

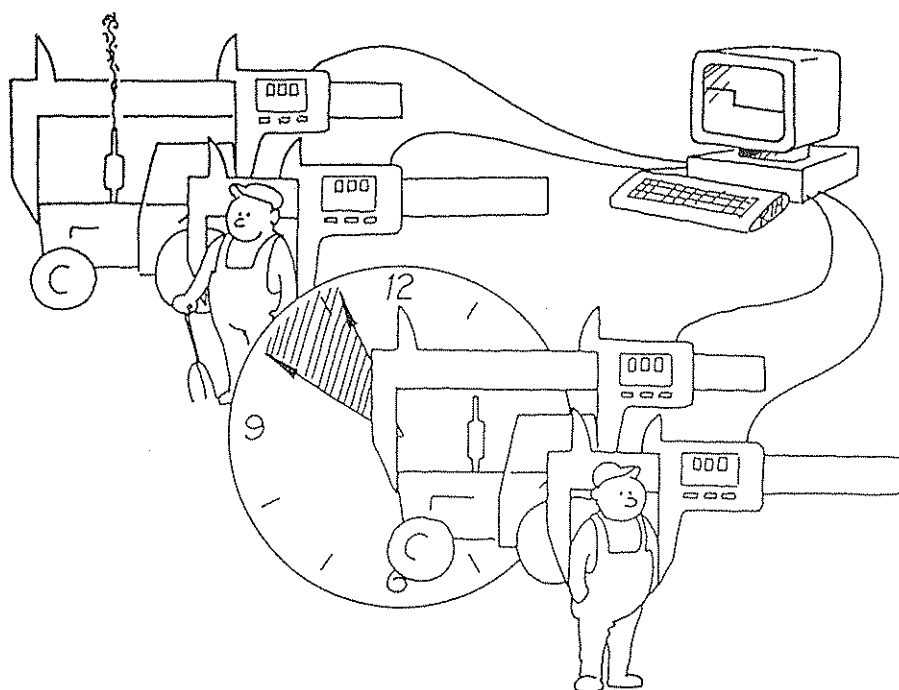
**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Mätning av maskin- och arbetsinsatsen i växtodling

- Beskrivning av ett automatiserat mätsystem
- Presentation av mätdata

**Automated time study and tractor performance data
acquisition unit combined with a relational data bank**

Magnus F.E. Elinder



**Institutionen för
lantbruksteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural
Engineering**

**Rapport 126
Report**

Uppsala 1988

ISSN 0283-0086

ISBN 91-576-3350-9

DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK, Svensk lantbruksbibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)

Institution/motsvarande		Dokumenttyp	
Institutionen för lantbruksteknik		Rapport	
		Utgivningsår	Målgrupp
		1988	F, R
Författare/upphov			
Magnus F.E. Elinder			
Dokumentets titel			
Mätning av maskin- och arbetsinsatsen i växtodling			
<ul style="list-style-type: none"> • Beskrivning av ett automatiserat mätsystem • Presentation av mätdata 			
Automated time study and tractor performance data acquisition unit combined with a relational data bank			
Ämnesord (AGROVOC)			
Computer, Data collection, Data storage, Farming systems, Instruments, Management, Measurement, Relations data base +c Tal			
Andra ämnesord			
Projektnamn			
Systemstudie av arbets- och maskininsatsen i växtodlingen samt driftledningsarbeten i jordbruket.			
Studies on the input of labour and machinery in crop production and management in farming.			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr			ISBN
Rapport 126. Institutionen för lantbruksteknik, Sveriges lantbruksuniversitet.			91-576-3350-9
			ISSN
			0283-0086
Språk	Smf-språk	Omfång	Antal ref.
Svenska	Svenska + Engelska	129	56

Postadress

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
 Ultunabiblioteket
 Förvärvssektionen/LANTDOK
 Box 7071
 S-750 07 UPPSALA
 Sweden

Besöksadress

Centrala Ultuna 22
 Uppsala

Telefonnummer

018-17 10 00 vx
 018-17 10 98
 018-17 10 97

Telex

76062 ULTBIBL S

FÖRORD

Föreliggande material utgör en delredovisning av projektet: "Systemstudie av arbets- och maskininsatsen i växtodlingen samt driftledningsarbeten i jordbruket" ("Studies on the input of labour and machinery in crop production and management in farming").

Finansiering av projektet har skett med medel från Lantbrukets fond för upplysningsverksamhet och utvecklingsarbete. Projektet startade sommaren 1983. Provmätningarna startade våren 1984 och reguljära fältmätningar påbörjades hösten 1984. De fältmässiga mätningarna avslutas hösten 1987.

Jag vill framföra ett stort tack till Lantbrukets fond för upplysningsverksamhet och utvecklingsarbete som finansierat projektet samt alla dem vilka gjort detta mätsystem möjligt. Ett särskilt tack sändes till John Deere Svenska AB, Scantrac AB och Volvo Valmet AB. Dessa har genom att ställa traktorer till förfogande för projektet starkt bidragit till försökens genomförande.

Per Almgren och Staffan Klensmeden har jag att tacka för många lösningar på elektriska problem. Vid monteringen av mätutrustningen på traktorerna har jag haft stor hjälp av institutionens verkstadspersonal vilka alltid glatt löst praktiska problem. Tack för all er hjälp.

Uppsala i februari 1988

Magnus Elinder

SAMMANFATTNING

Vid all prognostisering är det väsentligt att de i kalkylerna använda datauppgifterna väl återspeglar de förhållanden vilka beskrivs i kalkylen. Under de senaste 15-20 åren har endast mycket få nya uppgifter kring maskin- och arbetsinsatsen i jordbruket tillkommit. I Sverige har det främst varit Jordbrukstekniska institutet (JTI) i Uppsala som har samlat in data i samband med vid institutet pågående projekt.

Vid institutionen för Lantbruksteknik (LT) vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) startade 1983 ett femårigt projekt kallat "Systemstudie av arbets- och maskininsatsen i växtodlingen samt driftledningsarbeten i jordbruket" finansierat av medel från Lantbrukets fond för upplysningsverksamhet och utvecklingsarbete.

Arbetet kom snart att handla om att skapa ett mätsystem för mätningar i praktiskt jordbruksarbete samt ett system för hantering, lagring och återvinning av insamlat datamaterial. I samband med utformningen av mät-utrustningen studerades vilka storheter som skulle registreras. Ett visst antal storheter valdes ut. Dessa storheter kom sedan att dimensionera insamlingsutrustningens praktiska utförande.

Ett mätsystem för frekvensstudier av tekniska storheter hos traktorn (bränsleåtgång, motorvarv etc) samt ett parallellt system för registrering av händelser (avbrott etc) utformades. Tre traktorer har försetts med denna apparatur och har varit i praktisk drift på ett flertal gårdar i Uppland. Mätdata från ca 200 mättdagar har registrerats fram till vintern 1985/86.

Data av tidskontinuerlig typ samplas en gång per minut av ett litet mätsystem uppbyggt kring en handdator (HP-41). Datat lagras på små datakassetter. 984 sekventiella avläsningar om sexton (16) uppgifter kan lagras per band. Lantbrukaren byter band själv en gång per dygn. Mätdata överförs senare till en stordatormiljö för bearbetning och lagring.

Data av tidsdiskret typ registreras dels med hjälp av en handterminal, dels för hand. Handterminalen är monterad i mättraktorn. Terminalen triggas av förarens närvaro/frånvaro från förarsätet. Vid förarens återkomst till förarsätet påkallas hans/hennes uppmärksamhet audiovisuellt och han/hon har att besvara frågor från terminalen. Terminalen används även som ett litet anteckningsblock där föraren kan ange tex byte av geografisk ort, aktuellt skifte, påfylld bränslemängd etc. Även dessa data överförs till stordatormiljön.

I stordatormiljön används kommersiella programpaket för bearbetningen av data och för datalagringen. En databashanterare (MIMER) som bygger på relationsmodellen för datalagring används till att lagra och hantera data. Den statistiska bearbetningen hanteras helt i ett statistikbearbetningspaket (SAS). I detta paket har man tillgång till funktioner för indatahantering, statistiska rutiner och datapresentation.

Det valda systemet medger att data fritt kan kombineras. Exempelvis kan data för viss arbetsoperation på viss jordart tas fram för bearbetning. Inom ramen för datamaterialet är användaren fri att göra de kombinatoriska val han/hon önskar; programvaran sätter inte restriktionerna.

Bearbetningen av data består dels av ovannämnda utsortering, dels av statistisk analys. Den senare kan tex användas för att påvisa skillnader mellan jordarter, medelhastigheter, frekvensfördelningar etc.

I rapporten redovisas insamlat data t o m 1986 i form av tidsserie-och frekvensdiagram. Data redovisas även med en typ av glidande medelvärdesberäkning där sju näraliggande värden beaktas.

Erfarenheterna av mätsystemet har varit goda och mätningarna fortsätter till och med hösten 1987. Arbetet med tolkningsmodeller och formerna för en tolkningsmodell kommer att behandlas i en senare rapport men nämnes kort i denna rapport.

ABSTRACT

AN AUTOMATED TIME STUDY AND TRACTOR PERFORMANCE DATA ACQUISITION UNIT COMBINED WITH A RELATIONAL DATA BANK.

This is a report from projekt "Studies on the input of labour and machinery in crop production and management in farming" financed by Lantbrukets fond för upplysningsverksamhet och utvecklingsarbete in Sweden. 9c

Data concerning input of labour, management and machinery in crop production is essential for all type of planning and for machinery construction. Traditional data acquisition require lots of manpower, therefore an automated system for time and performance data acquisition is of great interest. 9a

A data acquisition system based on tractors equipped with sensors has been designed. Data concerning tractor performance, engine rpm, used gear, speed, slippage and fuel consumption has been collected in combination with timedata. Using two separated, yet by time stamping combined, data acquisition systems information concerning tractor and implement usage in the field is obtained and stored on tape for later processing.

Tractor parameters are collected once a minute by a time controlled logger. A HP-41 calculator works as measurement controller. Data transfer is handled on the HP-IL loop and stored on mini data cartridges. 16 readings are made each minute and the tape has the capacity of storing data from 16 hours continuous farmwork.

Work performance parameters are collected and stored in a MICRONIC 900 hand-held computer. If the tractor driver leaves the cabin for more than 20 seconds, the driver is questioned on return about the cause of interruption. Time stamps and cause type-code are stored in RAM. To collect data about geographical displacement the driver is instructed to make appropriate coding while arriving to and leaving from the fields/farm centre.

Three tractors have been equipped with these acquisition units. They have been on different farm sites and used by the farmers in their regular work. The system has been working very well and data from more than 200 workdays were stored until winter 85/86.

Data from the two acquisition systems are stored in files. To handle the large amount of data, data about data (meta-data) are stored in a relational databank, thereby allowing data to be sorted and retrieved by logical selection.

By way of example collected data are presented in graphs and charts. Presented data show measurements from plowing.

The interpretation of data and the forms for a interpretation model is discussed in brief.

INNEHÅLL

	<u>Sida</u>
1 INTRODUKTION	1
1.1 INLEDNING	1
1.2 VILKA FAKTORER BEHÖVER MÄTAS?	2
1.3 PROBLEMSTÄLLNING	2
1.4 VILKA FRÅGOR KAN DATA BESVARA?	3
1.4.1 Modellers krav på data	3
1.4.1.1 Dag till dag modeller	4
1.4.1.2 konventionella bidragskalkyler	5
1.4.2 Krav på mätsystem	5
1.5 INFORMATIONSHANTERING	5
1.5.1. Tiden och data relevans	6
1.6 BEHOVET AV KVANTIFIERBARA MODELLER	8
1.6.1 Spridningsmått	8
1.6.2 Interaktioner i tiden	8
1.6.3 Fail-safe i förhållande till Safe-fail	9
1.6.4 Delproblem	9
1.7 EKONOMISKA EFFEKTER	10
1.7.1 Kostnadernas fördelningsgrunder	10
1.7.2 Maskinkostnadernas fördelning	11
1.7.3 Kostnads-prognosticering	11
1.8 SYFTE	12
1.9 PROBLEMBESKRIVNING OCH AVGRÄNSNING	12
1.9.1 Mätproblemet	12
1.9.2 Geografisk avgränsning	12
1.9.3 Kalendarisk avgränsning	14
1.9.4 Omfattning	14
1.9.5 Tidsavgränsning	14
1.9.6 Val av mätbara storheter	14
1.10 DEFINITIONER	15
2 URVAL AV MÄTBARA STORHETER	16
2.1 URVALSMETOD	16
2.1.1 Systemering	16
2.2 VAL AV STORHETER	17
2.2.1 Vad är mätbart?	17
2.2.2 Val av storheter	17

	Sida
2.3 VALDA REGISTRERBARA STORHETER	17
2.3.1 Tidskontinuerliga storheter, automatisk registrering	18
2.3.2 Tidsdiskreta storheter, automatisk registrering	19
2.3.3 Tidsdiskreta storheter, manuell registrering	19
2.4 ÖNSKVÄRD PRECISION I INSAMLAT DATA	19
2.4.1 Tidskontinuerliga storheter	19
2.4.2 Tidsdiskreta storheter	20
2.4.3 Manuellt registrerade storheter	21
3 BESKRIVNING AV MÄTSYSTEM	21
3.1 INLEDNING	21
3.1.1 Dataflödet	21
3.2 PRESENTATION AV MÄTMETODER	22
3.2.1 Tidsdiskret (händelsestyrd) mätning	23
3.2.2 Tidskontinuerlig (tidsstyrd) mätning	24
3.2.3 Beskrivning av mätplatser	25
3.3 BESKRIVNING AV MJUKVARA	25
3.3.1 Styrning av mätförlopp	26
3.3.1.1 Program i Micronic 900	26
3.3.1.2 Program i HP-41	28
3.3.2 Överföring av data till lagringsmedium	31
3.3.3 Verifikation och kontroll av data	31
3.3.4 Konvertering av mätvärden	32
3.3.4.1 Konvertering av tidsdiskreta data	32
3.3.4.2 Konvertering av tidskontinuerliga data	33
3.3.4.3 Formelsamling	35
3.3.4.3.1 Räknare	35
3.3.4.3.2 Temperatur	35
3.3.4.3.3 Tillstånd	36
3.3.4.3.4 Effektuttag	37
3.3.4.3.5 Bestämning av arbetshastighet och körsträcka	37
3.3.4.3.6 Slirning	38
3.3.5 SAS-program	38
3.3.6 MIMER-tabeller	38
3.3.6.1 Något om en relationsdatabas	39
3.3.6.2 Regler för en relationsdatabas	40
3.3.6.3 Exempel på en MIMER-tabell	41
3.3.7 Hjälpprogram för datautvärdering	42

	Sida
3.4 BESKRIVNING AV HÅRDVARA	43
3.4.1 Givare	43
3.4.1.1 <u>Montering</u>	43
3.4.1.2 <u>Induktiva givare</u>	43
3.4.1.3 <u>Bränslemätare</u>	45
3.4.1.4 <u>Temperaturgivare</u>	46
3.4.1.5 <u>Specialgivare</u>	48
3.4.1.5.1 Reglerstängslägesgivare	48
3.4.1.5.2 Signaler från traktorns eget elsystem	49
3.4.1.5.3 Givare för indikering av tillkopplat redskap	50
3.4.1.5.4 Givare för signal "närvaro" i förarsäte	50
3.4.2 <u>Spänningsförsörjning och kablage</u>	52
3.4.2.1 <u>Spänningsförsörjning och spänningsregulator</u>	52
3.4.2.2 <u>Kablage</u>	54
3.4.2.3 <u>Monteringslådor</u>	54
3.4.3 <u>Logger</u>	55
3.4.4 <u>Mätkontrollenheter</u>	56
3.4.4.1 <u>Styrenhet för tidsdiskreta mätningar</u>	56
3.4.4.2 <u>Styrenhet för tidskontinuerliga mätningar</u>	57
3.4.5 <u>Lagringsmedium</u>	59
3.4.5.1 <u>Lagring på mätplatsen</u>	59
3.4.5.2 <u>Långtidslagring</u>	60
3.5 KALIBRERING	60
3.5.1 Kalibrering av givare	60
3.5.2 Funktionsprovning av mätsystem	60
4 MÄTSYSTEMETS PRECISION	61
4.1 INLEDNING	61
4.2 RELIABILITETEN I MÄTGIVARE FÖR TIDSKONTINUERLIGA STORHETER	62
4.2.1 Tidmätningen	63
4.2.2 Arbets hastighet	63
4.2.3 Slirning	66
4.2.4 Temperaturmätning	67
4.2.5 Bränslemätning	68
4.2.6 Reglerstängslägesgivare	68
4.2.7 Motorvarvtal	69
4.2.8 Tillståndsgivare	69
4.3 RELIABILITETEN FÖR MÄTGIVARE FÖR TIDSDISKRETA DATA	70
4.3.1 Tidmätningen	70
4.3.2 Avbrottsregistrering	71
4.4 RELIABILITETEN I MANUELL REGISTRERING	71

	Sida
4.5 RELIABILITETEN I MÄTFÖRFARENDET	71
4.5.1 Beteckningar	72
4.5.2 Mätfelsberäkning för mätmetoden	73
4.5.3 Mätfelets numeriska storlek	75
4.6 VALIDITET	77
4.7 REPRESENTATIVITET	77
5 LAGRING OCH BEARBETNING AV MÄTDATA	78
5.1 INLEDNING	78
5.2 VAL AV LAGRINGSMETOD	78
5.2.1 Hantering av tidskontinuerliga data	78
5.2.1.1 Rådatafilerna	79
5.2.2 Hantering av tidskontinuerliga data	80
5.3 MIMER-TABELLER	80
5.3.1 Företagsuppgifter	80
5.3.2 Mätdata	83
5.3.3 Maskinuppgifter	87
5.4 BESKRIVNING AV DATALAGRET	88
5.4.1 Omfattning	88
5.4.2 Åtkomst av data	88
5.5 BEARBETNINGSMETOD	89
5.5.1 Statistical Analysis System (SAS)	90
5.5.2 Val av presentationssätt	90
6 RESULTAT	92
6.1 INLEDNING	92
6.1.1 Presentationssätt	92
6.2 RESULTAT OCH SAMBAND	93
6.2.1 Selektion av data ur rådatamängden	93
6.2.1.1 Sökningsförfarande	93
6.2.2 Meta-data för valda mättdagar	94
6.2.2.1 Data från 25 augusti 1986	94
6.2.2.2 Data från 13 maj 1985	95
6.2.3 Arbets hastighet	96
6.2.4 Bränsleåtgång	100
6.2.5 Lufttemperatur	104
6.2.6 Bränsletemperatur	104
6.2.7 Effektuttag	104
6.2.8 Växelanvändning	105

	Sida
6.2.9 Höger bakhjuls arbetshastighet	109
6.2.10 Slirning som skillnad mellan arbetshastighet och höger bakhjul	109
6.2.11 Motorvarvtal	109
6.2.12 Traktortimmar	110
6.2.13 Närvaro i förarsätet	111
6.2.14 Referensspänning	111
6.2.15 Arbetsåtgång	112
6.2.16 Registrerade avbrott	113
6.3 GÅRDSSPECIFIK INFORMATION (Metadata)	115
6.3.1 Brukarinformation, odlingsteknik	115
6.3.2 Grödor, maskinpark	115
6.4 MÄTORGANISATORISK INFORMATION (Mätdata)	118 <i>Ve 9te</i>
7 DISKUSSION	119
7.1 INLEDNING	119
7.2 MODELLEXEMPEL TILL DISKUSSION	120
7.2.1 Arbetsbreddens och arbetshastighetens inverkan	120
7.2.1.1 Ny modell	125
7.2.2 Erforderliga transporters arbetsbehov	125
7.2.3 Hantering av arbetsoperationernas sekvens	126
7.3 VARIATIONEN I INDATA	126
7.3.1 Arbetsbredd	126
7.3.2 Arbetshastighet	127
7.3.3 Bränsleåtgång	127
7.3.4 Effektuttag	127
7.3.5 Växelanvändning	128
7.3.6 Maskinutnyttjande	128
7.4 BETYDELSEN AV VALIDERINGSMODELLER OCH DATA	129
7.5 DET FORTSATTA ARBETET	130
8 LITTERATURFÖRTECKNING	131
8.1 VANLIGA LITTERATURREFERENSER	131
8.2 PROGRAMMERINGSHJÄLPMEDEL	133
8.3 HÄRDVARULITTERATUR	136

APPENDIX A Vissa kurvor vilka exkluderats ur kapitel 6

FIGURER

	Sida
1:1 Ett växtodlingsföretag som insats/ avkastningsmodell	1 <i>pt</i>
1:2 Ett lantbruksföretag som process	6 <i>pl</i>
1:3 Lantbruksprocessen för tre styrvivåer	7
1:4 En uppdelning av arbetsbehovsområden på ett lantbruk	13
2:1 Automatiskt och tidstyrt registrerade tidskontinuerliga storheter	18
2:2 Automatiskt registrerade tidsdiskreta storheter	18
2:3 Tidsdiskreta manuellt registrerade storheter	19
3:1 Översikt över dataflödet i mätsystemet	20
3:2 Det tidsdiskreta mätsystemets komponenter	23
3:3 Det tidskontinuerliga mätsystemets komponenter	24
3:4 Flödesschema program i MICRONIC 900	27
3:5 Uppkoppling av HP-IL slingans komponenter	28
3:6 Flödesschema för mätstyrningsprogrammet i HP-41	29
3:7 Beskrivning av innehållet i en datafil	31
3:8 Flödesschema konvertering av tidsdiskreta data	33
3:9 Output från loggerns olika kanaler	34
3:10 Flödesschema överföring av HP-41:ans data	34
3:11 De binära ingångarnas oktalkodning	37
3:12 MIMER tabellens principiella uppbyggnad	40
3:13 Regler för relationsbaserade tabeller	40
3:14 Ett exempel på MIMER-tabellens uppbyggnad	41
3:15 Exempel på en MIMER-tabell	42
3:16 Exempel på meny i datautvärderande program	42
3:17 Den induktiva givaren	44
3:18 Induktiva givare monterade för växelvalsregistrering	44
3:19 Induktiva givare monterad för varvtalsregistrering på höger bakhjul	45
3:20 Volymbränslemätaren monterad på traktorn	45
3:21 Bränslemätare för dieselolja med volymmätning	46
3:22 PT-100 element med bränsletålig kapsling	47
3:23 Chromel-Alumel termoelementet	47
3:24 Elektronik för konstantström-mätning till PT-100 och Chromel-Alumel termoelementet	48
3:25 Lägesgivare för reglerstängsörelser	49
3:26 Avtappning av signaler från traktorns elsystem	49
3:27 Givare för redskapsnummer	50
3:28 Dragströmbrytare som sätesgivare	51
3:29 Klämkontakt som sätesgivare	51
3:30 Fotocell som sätesgivare	52
3:31 L200-spänningsregulatorkrets med strömbegränsning	53
3:32 Monteringslåda på traktor	54
3:33 Monteringslåda för styrsystem	55
3:34 Mätsystemets logger	56
3:35 En MICRONIC 900 handterminaldator	57
3:36 HP-41 Handdator och tillhörande HP-IL Interface	58
3:37 HP-IL Bandspelare med datakassett	58

	Sida
3:38 HP-IL - RS232C samt HP-IL - HP-IB interface	59
4:1 Detalj av tidsstudie	62
4:2 Exempel på 5:e hjul	62
4:3 Beskrivning av hjulradier	65
4:4 Mätsystemets skattning av P	76
4:5 Storlek på mätfelet	76
5:1 Typexempel på innehåll i rådatafil	79
5:2 Lantbruksdatabankens tabeller	80
5:3 Kolumnrubriker i tabellen gårdar	81
5:4 Kolumnrubriker i tabellen ägare	81
5:5 Kolumnrubriker i tabellen skiften	82
5:6 Kolumnrubriker i tabellen fälthinder	82
5:7 Kolumnrubriker i tabellen odling	83
5:8 Kolumnrubriker i tabellen odlingsteknik	83
5:9 Tabellnamn på tabeller i "Banddb"-databanken	84
5:10 Kolumner i tabellen rådata	84
5:11 Kolumnrubriker i tabellen tapes	85
5:12 Kolumnrubriker i tabellen postdefinition	85
5:13 Kolumnrubriker i tabellen mättagbok	86
5:14 Kolumnrubriker i tabellen dagbok	86
5:15 Kolumnrubriker i tabellen arbete	86
5:16 Kolumnrubriker i tabellen länk	87
5:17 Tabeller i databanken Maskiner	87
5:18 Kolumnrubriker i tabellen gårdsmaskiner	87
5:19 Kolumnrubriker i tabellen redskapsnamn	88
5:20 Flödesschema styrning av bearbetning i stordator	90
6:1 Datadiagrammens principiella utseende	92
6:2 Skiftet där arbetet utfördes den 25 augusti 1986	94
6:3 Skiftet där arbetet utfördes den 13 maj 1985	95
6:4 A Arbetshastigheter, diagram av mätdata	96
6:4 B Arbetshastigheter, diagram av mätdata, glidande mv	97
6:5 A Arbetshastigheter, frekvensdiagram av mätdata	98
6:5 B Arbetshastigheter, frekvensdiagram av mätdata	99
6:6 A Bränsleförbrukning, diagram av mätdata	100
6:6 B Bränsleåtgång, diagram av filtrerade mätdata	101
6:7 A Bränsleåtgång, frekvensdiagram av mätdata	102
6:7 B Bränsleåtgång, frekvensdiagram av filtr. mätdata	103
6:8 Växelanvändningen, diagram av mätdata	105
6:9 A Växelanvändningen, frekvensdiagram av mätdata	106
6:9 B Växelanvändningen, fördelning av mätdata	107
6:9 C Användning av diffspärr, diagram av mätdata	108
6:10 Registrerad maskintid under en mättag	110
6:11 Registrerad närvaro i förarsätet under en mättag	111
6:12 Registrerad arbetsåtgång, diagram av mätdata	112
6:13 Registrerade händelser under en mättag	113
6:14 Tidsdiskreta händelser under en mättag	114
6:15 Utdrag ur MIMER databanken, odlingsteknik	115
6:16 Utdrag ur MIMER-databasen, maskinpark	116

	Sida
6:17 Utdrag ur MIMER-databasen, odling	116
6:18 Utdrag ur MIMER-databasen, skiften	117
6:19 Utdrag ur MIMER-databasen, odlingsteknik	117
6:20 Exempel på uppgifter i "Mätataboken"	118
6:21 Exempel på uppgifter i MIMER om rådata	118
7:1 Körsträckor på en 100 hektars gård med växtodling	122
7:2 Olika körmänsters påverkan på skifteskörsträckan	123
7:3 Olika fältformers och fältarealers inverkan på arbetsförbrukningen	124

FORMLER

(3. 1), (3. 2) Beräkning av pulsantal under tidsteget	35
(3. 3) Beräkning av Pt-100 givarens resistans	35
(3. 4) Beräknad temperatur vid PT-100 givaren	36
(3. 5) Beräkning av termoelementets temperatur	36
(3. 6) Beräkning av antal hjulvarv	37
(3. 7) Beräkning av slirning	38
(4. 1) Felet i tidmätningen i HP-41	63
(4. 2) Beräknad cirkelbågesförändring vid radieförändring	65
(4. 3) Felet i hastighetsmätningen	66
(4. 4) Felet i slirningsmätningen	66
(4. 5) Felet i bränsletemperaturmätning med PT-100	67
(4. 6) Felet i temperaturmätningen med termoelement	67
(4. 7) Felet i bränslemätningen	68
(4. 8) Det skattade felet i reglerstängslägesgivaren	69
(4. 9) Felet i motorvarvtalsbestämningen	69
(4.10) Felet i tillståndsregistreringen	70
(4.11) Felet i tidmätningen i MICRONIC 900	71
(4.12) Mätmetodens mätfels medelvärde	73
(4.13) Mätmetodens mätfels varians	73
(4.14) Mätvärdet för alla tider A under studien	73
(4.15) Medelvärde för förekomst av variabel A	73
(4.16) Variansen för summatiden	74
(4.17) Skattning av den sökta procentuella frekvensen P	74
(4.18) Standardavvikelsen för skattningen av P	74
(4.19) Mätfel vid olika konfidensgrader	74
(4.20) Önskvärt antal observationer	75
(7. 1) Klassisk arbetsbehovsberäkning	120
(7. 2) Ny modell för arbetsbehovsberäkning	125

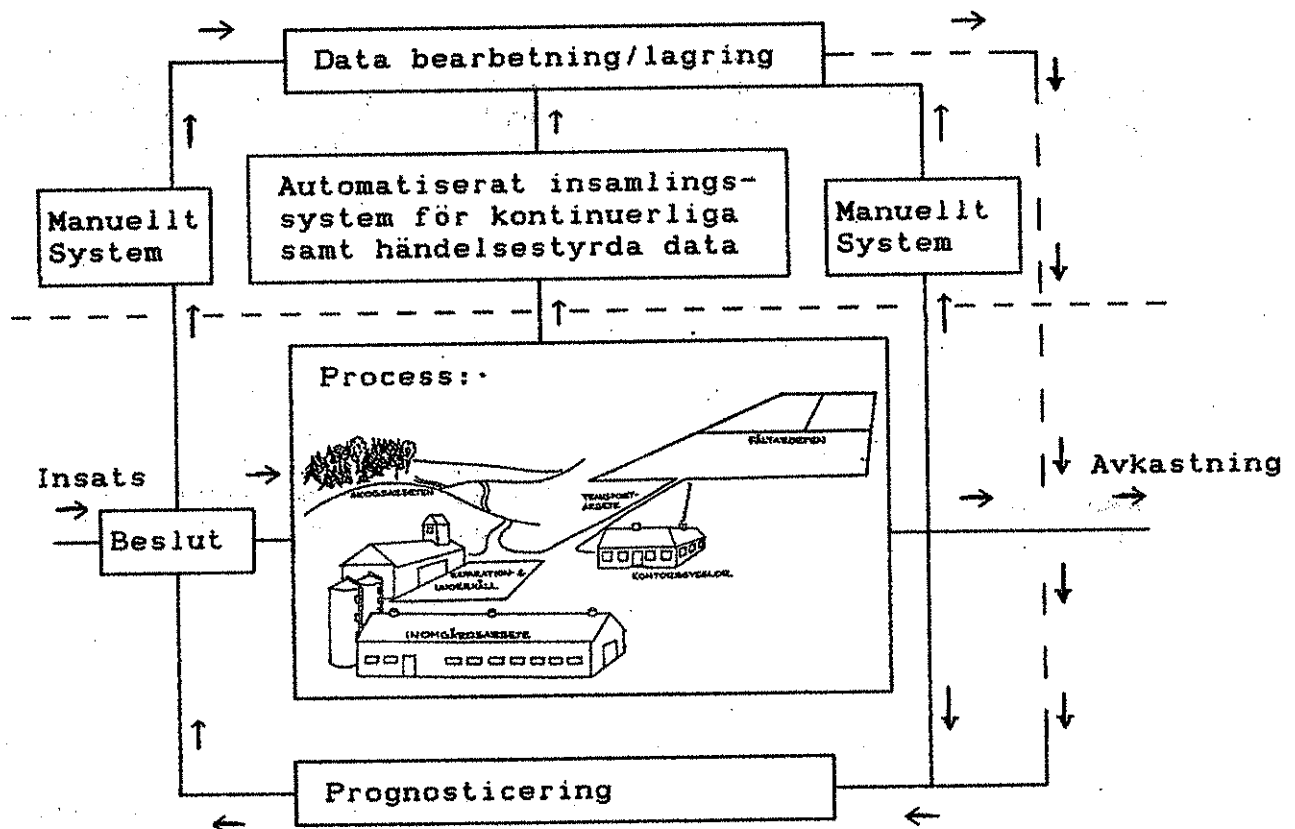
1 INTRODUKTION

1.1 INLEDNING

Under ett växtodlingsår genereras mycket data. För ett intelligent utnyttjande av data krävs kunskap om hur data kan påverka framtida tillstånd i processen samt huruvida uppkomna situationer behöver åtgärdas. Att genomföra växtodling är en målsökande process, där målet kan vara kvantitativt och/ eller kvalitativt. Processtyrningens förmåga att adaptera sig till förändringar i t ex miljön kommer att avgöra växtodlingens kostnadseffektivitet. Adaptionen kräver ett kvalitativt informationsflöde och modeller för informationstolkning.

Syftet med denna skrift är att presentera en mätmetod som använts vid studie av vissa arbets- och maskindata storheter vid växtodling. Skriften är en delrapport. Här berörs hur mätningarna skett samt hur data lagras.

Informationsbearbetning:



Process:

Figur 1:1

Lantbruket som en insats/avkastnings-modell med en påbyggnad för den erforderliga informationshanteringen. Det här beskrivna mätsystemet registrerar delar av de informationer vilka går från processen till informationsplanet. Källa: författaren.

Kapitel: 1

Enligt figur 1:1 tillförs varor, tjänster, kapital mm ett lantbruk (Insats). Lantbrukaren beslutar hur dessa skall sättas i arbete i t ex växtodlingen. Vid beslutet tar lantbrukaren hänsyn till erfarenheter som dels gjorts tidigare, dels göres under processens gång. Lantbrukarens sinnen kan registrera uppgifter vilka har sin källa på tre principiellt skilda ställen (jfr figuren). Dessa är kunskap om tillstånd innan processen startat, kunskap som uppkommer medan processen genomlöpes samt slutligen kunskap som uppkommer när processen är avslutad (Avkastning). Denna kunskap används fortlöpande för att prognosticera och ge underlag till beslut.

Vad gäller vidare studier beträffande begreppsapparaten hänvisas till Elinder M.F.E.(1988:b). Där redogörs för händelsekedjor, förlopp och datasamband.

I det följande görs en ansats till konstruktion av ett system för insamling och lagring av information från växtodlingsprocessen. Ansatsen prövas sedan i verkligheten genom insamling av data från gårdar i praktisk drift. Erhållna data redovisas grafiskt i kapitel 6.

1.2 VILKA FAKTORER BEHÖVER MÄTAS?

Vilka faktorer som behöver mätas är en naturlig fråga vid konstruktionen av ett mätdatainsamlingssystem. Utifrån ett syfte med mätningarna kan faktorer härledas. I detta arbete har valts att söka ge en "fullständigare" bild av arbets- och maskininsatsen än som redovisats i tidigare undersökningar. En sådan bild kan omfatta:

- funktionella data
- mekaniska data
- arbetsmiljömässiga data
- kapacitetsmässiga data
- ekonomiska data
- strukturella data

I det följande studeras vissa mekaniska och kapacitetsmässiga data i kombination med strukturella data. Denna typ av data används vid prognosticering, det är då av vikt att känna till begränsningar och struktur hos data, sk data om data (metadata).

1.3 PROBLEMSTÄLLNING

I arbets- och maskindata inom jordbruket (Elinder, M.F.E. och Falk, C., 1983) presenteras data, främst körhastighetens, arbetsbreddens, arealens och ägoavståndets inverkan på arbetsbehovet. Varje maskintyp särredovisas. En enkel modell för arbetsbehovsberäkningar används. De flesta presenterade data är från tiden före 1972. Dessa data är inte korrelerade till faktorer som effektbehov, jordart, fältform (geometri), körmönster, maskinsystem, odlingssystem eller driftledningsbehov mm. Detta är faktorer man inte kan bortse från när det är fråga om att utföra gårdsspecifika kalkyler. Kapacitet handlar inte längre bara om att anskaffa bredare maskiner, utan frågan gäller mer att effektivt använda den befintliga maskinparken.

Den i jordbruket flitigt använda bidragskalkylen innehåller approximationer vilkas giltighet kan ifrågasättas vid kalkylering på en specifik gård eller på kort sikt (dag till dag styrning). Ett gott exempel på dessa approximationer är behandlingen av jorden. Alla odlade hektar tillskrives samma egenskaper i en konventionell bidragskalkyl. Om skiftenas särart skall beaktas i kalkyleringen bör därför upplösningen i kalkyldata förbättras från nuvarande nivå.

Att på nytt registrera data av den typ som återges i ovan nämnda databok låter sig inte göras utan en mycket stor insats av personella och ekonomiska resurser. Till detta kommer att det ständigt finns en önskan om större kunskap inom området, främst beträffande de samband som råder. Det är önskvärt att prediktera t ex beteendet hos en ny maskin vad avser arbets- och maskininsats.

Dagsläget är alltså att vi saknar moderna data om arbets- och maskininsatsen som kalkylunderlag, att kompetensuppbyggnaden är svag, samt att konventionella insamlingsmetoder är personellt och ekonomiskt resurskrävande.

Denna studie utgör ett försök i att öka datamängden rörande arbets- och maskininsatsen med hjälp av en ny och mindre resurskrävande insamlingsmetod.

1.4 VILKA FRÅGOR SKALL DATA KUNNA BESVARA?

Det överhängande målet för hela projektet är att utveckla modeller för arbetsåtgång och redursförbrukning i växtodlingen. Mot denna bakgrund bör:

- * I första hand data materialet ge information till de modeller av arbetsåtgång och redursförbrukning i växtodling som planeras, för att öka precisionen och gårdsanpassningen av växtodlingskalkyler.
- * I andra hand mätsystemet kunna illustrera nödvändigheten av precision vid skattning av vissa modellparametrar samt ge ett mått på variabiliteten hos dessa modellparametrar. Med parametrar avses här avsiktligt att en i det bakomliggande systemet existerande variabel vid modellkonstruktionen ansättes som en modellparameter. Detta förfaringssätt föranleds oftast av kalkylens tidshorisont i kombination med bedömning av relevant räknearbete.
- * I tredje hand data medge en ekonomisk skattning av sitt värde vid kalkylering med olika tidshorisonter.

1.4.1 Modellers krav på data

Nedan görs en enkel skattning av en prognosticeringsmodells krav på indata vad gäller arbets- och maskindata.

1.4.1.1 Dag till dag modeller

För en modell som skall ge skattningar på arbets- och maskininsatsen för dag till dagstyrning kan gälla:

- att samtliga skiften skall särbehandlas med avseende på geometri, jordart och transportavstånd.
- att den av brukaren styrda åtgärdsområdesstorleken skall beaktas.
- att förmågan hos använda redskapskombinationer att utföra arbetet inom avsedd tid skall kunna bedömas, vilka reserver finns i form av t ex effekt, körhastighet etc.
- att de odlade grödornas olika krav på insatsmedel och insatstidpunkter kan beaktas
- att legala och humana begränsningar i arbetstid kan beaktas och exemplifieras
- att olika antal parallella arbeten och deras interaktion kan beaktas
- att kunna beakta sannolikheten för avbrott och ge en storleksordning på hur långt ett avbrott är
- att inverkan av typväder (t ex historiskt dokumenterat väder) kan beaktas

Det är här önskvärt med en tänkt upplösning på 1/4- till 1/2- timme per dag.

För att skatta (simulera) tidsåtgången på en 1/4:del timme när krävs en god upplösning i modellbeskrivningen samt en god kännedom om hur fördelningsfunktionerna tar sig ut för använda kalkyldata.

På en timme hinner en lantbrukare med en 4 skärig plog (16 tum) i 6 km/h med att plöja 0,5 ha¹. Harvade lantbrukaren med en 7,2 meters harv i 6 km/h hade han/hon hunnit med 2,9 ha² på denna kvart. Hade körhastigheten varit 0,5 km/h lägre i de båda fallen hade avverkningen förändrats till 0,46 resp 2,7 ha/h.³

Härav framgår att vårt maskinsystem (med breda arbetsbredder) har blivit känsligare för avbrott och tex hastighetsreducerande faktorer.

1 Tidsåtgången beräknas handbok i arbets- och maskindata, Elinder, M.F.E., Falk, C., 1983. För standardfältet kan tecknas $(10/(1,6*6,0))*(1,9) = 2 \text{ h/ha} \Rightarrow 0,5 \text{ ha/h}$.

2 Tidsåtgången beräknas på liknande sätt som i not 1 till: $(10/(7,2*6,0))*(1,45) = 0,34 \text{ h/ha} \Rightarrow 2,9 \text{ ha/h}$.

3 Som i not 1 resp 2 men med 0,5 km/h lägre körhastighet.
 $(10/(1,6*5,5))*(1,9) = 2,16 \text{ h/ha} \Rightarrow 0,46 \text{ ha/h}$
resp $(10/(7,2*5,5))*(1,45) = 0,37 \text{ h/ha} \Rightarrow 2,7 \text{ ha/h}$.

I ett kalkylsystem som skall beakta skiftenas särart och grödornas inverkan, är det därför viktigt att veta hur väl ett givet maskinsystem kan uppfylla de biologiskt lämpliga tidpunkterna för åtgärder på respektive skifte.

1.4.1.2 Konventionella bidragskalkyler

Med kännedom om arbetstidens utveckling i data och från en dag till dag styrningsmodell kan upplösningen i den konventionella bidragskalkylen förbättras genom att sk typsituationer beskrivs med hjälp av dag till dag styrningsmodellen. Främst är det kanske det valda maskinsystemets kapacitetsbegränsingar som behöver konkretiseras.

1.4.2 Krav på mätsystem

Mot denna bakgrund bör kraven på mätsystemet vara att insamlade data skall ge information om:

- A Arbetshastighetens fördelningsfunktion vid olika arbeten och jordarter
- B Effektuttagets fördelningsfunktion och storleksordning
- C Vilka växlar som kommer till användning på traktorn
- D Bränsleåtgången för olika redskapskombinationer
- E Slirningens storlek för olika redskap och jordarter
- F Avbrottens orsaker och tidsutdräkt samt fördelning

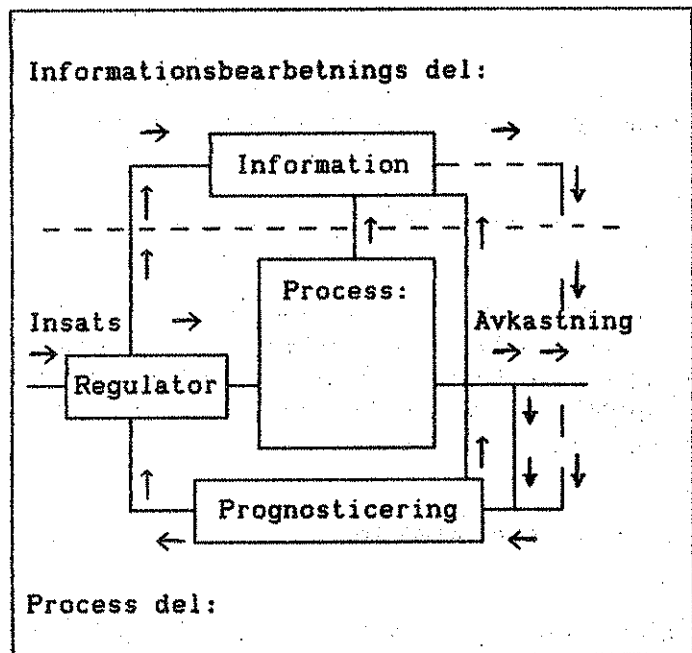
Mätsystemet bör även kombinerat med en lämplig tolkningsmodell kunna visa med vilken precision det är önskvärt att fastställa olika variabler, t ex vid skattning av arbetsförbrukningen för användning på olika styrvåer i företaget.

1.5 INFORMATIONSHANTERING

Informationshantering kräver tid och resurser i form av kunskapsinhämtning under processens gång, dvs tid och kraft måste avsättas till informationsinhämtning, tolkning och lagring för framtida bruk. Människans medfödda förmåga är stor men ändå begränsad!

Figur 1:2

Till höger återges figur 1.1 i något kondenserad form. Två huvuddelar kan identifieras, ett övre system för informationshantering och ett undre för återkoppling. Både informationshanteringen och prognosticeringen erfordrar data. Tre principiella källor återges för datafångst nämligen insats via regulatorn, processen och avkastningen. Appliceras beskrivningen på ett lantbruk kan observeras att informationshantering, prognosticering och regulatorfunktionerna handhas av en(flera) människa(or).
Källa: författaren.



64 Vilken information efterfrågas vid prognosticering och vilken anknytning till lokala förhållanden krävs? När kan data generaliseras till att gälla flera gårdars förhållanden?

Gränsdragningen är inte trivial. En högre "gårdsanpassningsgrad" gör det svårare att jämföra med grannar men medför å andra sidan ett bättre informationsvärde till den enskilda gårdens ledning.

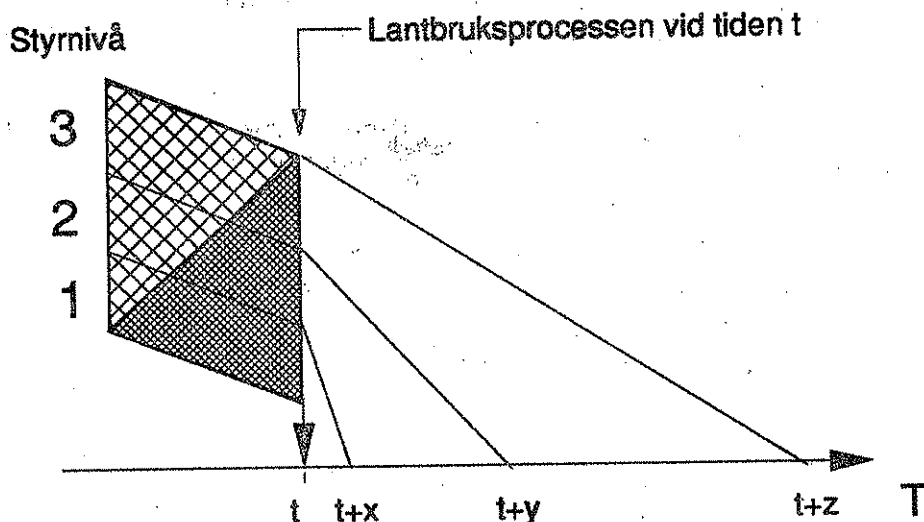
Prognosticering innebär uppskattningar av framtida värden. Ju längre in i framtiden prognosen sträcker sig desto fler variabler påverkar varandra och därmed slutresultatet. En anpassning av variabelprecisionen mellan prognoser med olika tidshorisont är nödvändig. Insamlade data kan ge besked i denna fråga.

1.5.1 Tiden och data relevans

På ett lantbruk uppstår stora mängder data vid varje tidsinkrement. Ett urval måste göras. Normalt sker detta genom våra biologiskt framväxta receptors selektionsmekanismer och konstruktion. När artifakter skall komplettera dessa receptorer måste ett pris/prestanda beslut fattas. Effekten av datafångsten måste vägas mot nyttan av den i processtyrningen. Nyttan kan svårligen kvantifieras innan en modell av lantbruksprocessen formulerats där respektive datas informationsvärde formellt utgör beslutsparametrar. Innan ett informationsvärde kan formuleras uppträder dessa data som brus. Betydelsen hos data blir klar när dess innehåll ställs i relation till övriga parallella händelser vid datafångsttidpunkten.

Postulat om framtiden har varierande tillförlitlighet, främst beroende på hur långt in i framtiden de sträcker sig. Då olika styrvivåer har olika perspektiv resulterar det i olika krav på data. Jfr figur 1:3.

Dock gäller att insamling, bearbetning och lagring av information är så dyr att det inte är acceptabelt med skilda system för datafångst. Insamlat data måste täcka alla behov!



Figur 1:3

Lantbruksprocessen (L) för tre styrenivåer. Med lantbruksprocess avses den i figur 1:1 beskrivna processen. Här studeras effekter av beslutsfunktionens tidsperspektiv. Observera att tidsperspektiven är olika dels beroende på vem som fattar besluten, dels beroende på arten av beslut. Den översta nivån (3) kan sägas symbolisera ägaren. Målfunktionen ligger långt inne i framtiden och z är stort. Mellannivån (2) är brukarens syn på det årliga arbetet. y är ett näraliggande intervall. Nedersta nivån (1) beaktar operatörens roll, x är litet och knutet till pågående arbetsoperation. Arealen på det storrutiga området markerar minnesbehovet för de tre nivåerna. Smårutigt område markerar analogt behovet av specifik processkunskap. Tidpunkten t_0 indikerar tidpunkt för processstart och t markerar "nu"-tidpunkten. Data och brus uppkommer vid tidpunkten t . Observera att det finns flera transmissionsvägar uppåt i styrenivåerna för data. Bearbetning sker i vissa fall på vägen. Tid och resurser åtgår för datats förflyttning. Man kan även tala om datakanalernas kapacitet att överföra data. Källa: författaren.

Figur 1:3 illustrerar hur olika tidshorisont och minnesbehovet ter sig för olika styrenivåer i ett system. Data som är av olika historiskt ursprung och bearbetat enligt olika principer har dock ofta sin källa i ett och samma grunddata, vilket uppkommer vid processens rörelse i tiden (vid $L(t) dt$).

Detta implicerar behovet av data och informationsbearbetande funktioner i systemet samt funktioner för lagring och åtkomst av lagrade data. Detta är tid- och resurskrävande processer, eftersom ordnade strukturer skall byggas och underhållas.

Det i figur 1:3 tillämpade illustrationssättet belyser frågan om möjligheten till att automatisera delar av informationshanteringen.

För den operationella delen gäller även frågan om automatisk processhantering av vissa delfunktioner (reglerteknik).

Här insamlade data bör kunna ligga till grund för avgöranden om lönsamheten i att automatisera vissa delfunktioner, t ex slirningskontroll och arbetshastighetskontroll.

Ett exempel på en tidigt automatiserad operationell funktion är centrifugalregulatorn på dieselmotorn, utan vars automatiserade reglerande hjälp motorn skulle löpa amok.

Även andra funktioner kan överföras till automatik och på så sätt avlasta förarans operationella funktion som regulator. Avlastningen medför att mänskliga resurser kan användas för att reglera andra förlopp på ett bättre sätt. Denna process att automatisera delfunktioner har redan påbörjats av t ex Massey-Fergusson i sitt modellprogram lanserat 1987.

1.6 BEHOVET AV KVANTIFIERBARA MODELLER

Redan idag används kvantifierbara modeller vid skattning av företagsresultat och vid val på längre sikt (styrnivå 3). Styrnivå 3 riktar sig ganska långt in i framtiden, varför precisionen inte behöver överdrivas i kalkylarbetet. Det är dock viktigt med känslighetsanalys vid tolkning av kalkylresultaten.

1.6.1 Spridningsmått

Idag används teoretiska spridningsmått och antagna spridningsmått vid skattnigen av precisionen i kalkylen. Dessa metoder är vanskliga då de förringar interaktioner i det verkliga systemets struktur. Ofta exkluderas dessa relationer vid byggnad av kalkylstrukturer. Variabelförändringar i kalkylstrukturen medför därför inte de följder de har i det verkliga, avbildade systemet. Ofta använda är ju procentuella förändringar hos en variabel, t ex skördad kvantitet. Däremot bortser man ofta från skördekvantitetens inverkan på transportbehov, lagring, torkning, arbetsinsats och -sekvens etc vid känslighetsanalysen.

85 Skall relationer som kan förklara spridningen hos en eller flera storheter inkluderas i en modellstruktur blir resultatet med nödvändighet komplext. Graden av komplexitet kan till viss del väljas utifrån ställda precisionskrav på modellen samt förvärvad information kring storheters förändringshastighet.

1.6.2 Interaktioner i tiden

Produktionsgrenarna interagerar i tiden och tilldelningen av en resurs, som tiden, har inverkan på alla ingående delprocesser. Tidens irreversibla natur samt process-trögheter innebär ofta att beslut måste fattas snabbt och under risktagande.

Åtgärder måste vidtagas långt tidigare än verkan av åtgärden kan mätas (ty vissa variabler står utanför regulatorns kontroll, t ex väderleken) vilket leder till att återkopplingskorrektion inte är möjlig (prediktioner med sannolikhetsfördelning kan användas). I lantbruket inverkar miljön (t ex samhället) starkt. Även denna variabel står utanför regulatorns kontroll.

Att väsentliga variabler står utanför regulatorns kontroll implicerar att regulatorn rymmer lämpliga modeller för adaption till förändrade förhållanden i miljön för lantbruksprocessen.

1.6.3 Fail-safe i förhållande till Safe-fail

I detta projekt är det växtodlingens arbets- och maskininsats samt erforderliga driftledningsarbeten som är av intresse. Observera att denna process är en Fail-Safe process medan de flesta hjälpartifakterna i processen är av Safe-fail typ. (Fail-safe syftar på att processen/systemet tål fel och kan korrigera för uppkomna fel. Safe-fail avser processer/system med mycket hög tillförlitlighet men där fel orsakar avbrott i processen/systemet av svårkorrigerad/irreparabel natur).

Nuvarande skattningar av arbets- och maskininsats samt driftledningsarbeten är bristfälliga och saknar den holistiska grundsyn som skulle medge t ex modulär konstruktion av kalkyler för olika tidshorisonter och styrnivåers behov.

1.6.4 Delproblem

Det överordnade problemet kan brytas ned i följande delar:

- datafångst
- signalkonditionering (avskilja brus)
- bearbeta data
- lagra data
- återvinna data

Dessa problem bör belysas utifrån de krav på svar som uppkommer i t ex de tre styrnivåerna. Kalkylmodeller bör formuleras vilka tar hänsyn till styrnivåns behov.

Utifrån dessa modeller kan strukturer formuleras som upptar listor på vilka enskilda data som är primära, sekundära etc för kalkylens förmåga att besvara av styrnivån ställda frågor.

Utifrån denna strukturkunskap kan krav på data formuleras vad gäller mätprecision och i vilken form data skall lagras. Genom att sammanställa de tre styrnivåernas datakrav kan informationshanterande strukturer konstrueras vilka är i stånd att förse kalkylerna på respektive nivå med data.

Det är utifrån detta perspektiv valet av lagringssätt för uppmätta data i detta projekt skall ses. Relationsdatabasen som system för lagring läser inte åtkomsten till en viss förutbestämd användning. Användningen begränsas endast av relevansen hos data i den tilltänkta användningen.

1.7 EKONOMISKA EFFEKTER

I lantbrukssammanhang används bidragskalkylen ofta som ett sätt att förutsäga det ekonomiska utfallet av viss produktion. En kalkyl upprättas för varje aktuell produktionsgren (tex höstvet, korn, snöröjning etc). I kalkylen upptas de särintäkter och särkostnader vilka är förknippade med produktionsgrenen. Data avpassas så att en skillnad, kallad " täckningsbidrag ", kan beräknas per hektar. Detta bidrag är ett överskott från produktionsgrenen, vilket skall hjälpa till att täcka de övriga kostnaderna på ett lantbruk, här kallade samkostnader. Dessa har inte medtagits i de olika produktionsgrenskalkylerna, bl a därför att goda fördelningsgrunder saknas.

Kostnader förknippade med arbets- och maskininsatsen i en produktionsgren kvantifieras ofta med tal som har sortenheten timmar h. Mantimmar mh och traktortimmar th särskiljes i kalkylarbetet. Härav följer att ett gott prediktat av arbets- och maskininsatsen för varje enskild produktionsgren erfordras för ett tillförlitligt kalkylresultat.

1.7.1 Kostnadernas fördelningsgrunder

Studiet av ekonomiska effekter och deras fördelningsgrunder är i detta fall aktuella för arbetsbehovet i växtodlingen, maskininsatsen i växtodlingen samt för arbetsbehovets kalendariska fördelning.

I en bidragskalkyl medtages kostnaden för arbete baserad på beräknade uppgifter för arbetsbehov för produktionsgrenen i fråga samt på ett åsatt belopp för varje nedlagd arbetstimme. Arbetsbehovet beräknas utifrån data kring maskiners kapacitet och kunskap om vilka maskiner som är aktuella i produktionsgrenen. Som exempel kan nämnas att arbetskostnaden utgör ca 17% av kostnaderna vid höstvetodling (1985), medan bränslekostnaden är ca 13%. Procentsatserna är baserade på kostnaden för odling av ett hektar höstvet på en större gård i mellansverige (Götalands Norra Slättbygder).

På varje lantbruk finns i varje given stund en viss mängd disponibel arbetskraft. Denna i kombination med en maskinpark ger en resulterande avverkad areal per tidsenhet. Detta ger tillsammans med klimat- och vegetativa faktorer begränsningar på vilka totalarealer som kan avverkas.

Då varje produktionsgren kommer att uppvisa sin egen unika profil på arbetsbehovet utslaget på en tidsaxel uppstår konkurrens om resursen arbetskraft under vissa perioder på året. När den uppstår beror på de odlade arealerna för varje produktionsgren, vegetativa restriktioner, maskinparkens storlek och prestanda samt driftledningens agerande.

Denna konkurrens kan komma att vara begränsande för hur stor areal som kan odlas av en viss gröda. Därmed påverkas direkt det totala bidrag en viss produktionsgrenskombination kan ge till lantbruksföretaget.

1.7.2 Maskinkostnadernas fördelning

Vid val av maskin inverkar maskinens kapacitet och arbetskvalité på de kostnader företaget har dels för produktionen av viss gröda, dels företagets totala kostnader för maskiner. Kapacitet och arbetskvalité är en arbets- och maskinegenskap hos redskap och maskiner som inom växtodlingen uttrycks i enheten avverkad areal per tidsenhet (ha/h).

Ett redskaps kapacitet och arbetskvalité uttryckt i hektar per timme (ha/h) är en funktion av flera delkomponenter. Det är ett urval av dessa delkomponenter som skall mätas med det i denna rapport beskrivna mätsystemet. Ur ekonomisk synvinkel är det sedan intressant att se hur kapaciteten och kostnaden per timme påverkas av förändring av storleken på delkomponenterna samt orsakssambanden bakom förändringar i delkomponenternas storlek. (Jämför t ex Elinder, M.F.E., 1984)

Till ovanstående kan läggas att en företagare som står inför problemet att investera i maskinell utrustning gärna vill skaffa sig ett beslutsunderlag. Här ligger bland annat frågor rörande de effekter på arbetsbehov, utbildning, finansiell planering, likviditet och framtida uppbundenhet som investeringen ger upphov till.

1.7.3 Kostnads-prognostisering

Med hjälp av dagens datorstödda kalkylsystem kan flera av maskinernas hittillsvarande samkostnader fördelas på varje enskild produktionsgren. Kostnadsprognostiseringen i en förkalkyl kan utformas så, att värdena i förkalkylen direkt kan jämföras med kostnadsposterna i bokföringen (ett bivillkor är att konteringsmöjligheterna i den dubbla bokföringen utnyttjas).

Genom att tex fördela en maskins finansieringskostnader med hjälp av maskinens användningstid och då ta med de specifika kostnader för tex maskinlån som kan uppstå vid ett köp, kan datorn prognostisera likviditeten under hela lånets löptid, beaktande den naturliga variation i inkomst som uppkommer på grund av produktionsgrensrotationen på lantbrukets skiften i enlighet med tillämpad växtodlingsplan. Bivillkor är som alltid i denna typ av affärssammanhang att kalkylen påverkas av den av företagaren prognosticerade prisutvecklingen på intäkts- och kostnadsidan.

I en tid då prispressen på jordbrukets produkter är hård, gäller det för varje jordbruksföretagare att så väl som möjligt känna sitt företags egenskaper så att han/hon kan bibehålla/förstärka sin konkurrensförmåga. Ett sätt kan då vara att känna till vilka arbetsbehovsrestriktioner som genereras av den valda kombinationen av produktionsgrenar tillsammans med den anskaffade maskinella utrustningen under de restriktioner den geografiska orten och växtodlingsmaterialet ger. Tilläggas kan att en god uppföljning av företagets ekonomi kan stimulera fram nya produktionsgrenar och därigenom leda till lägre maskinkostnader, jämnare arbetsbelastning etc för att ge några exempel.

För värdering av data och dess användbarhet vid kalkylering på olika tidshorisonter krävs dels holistiska modeller, dels kännedom om vilka tänkbara fördelningar variabler i dessa kalkyler kan ha.

1.8 SYFTE

Syftet med hela projektet är:

- att konstruera och använda ett mätsystem för studier av arbets- och maskininsatser på lantbruk,
- att mätsystemet skall vara automatiserat i den utsträckning som kan motiveras ekonomiskt,
- att konstruera program för kontroll av mätdata,
- att lagra data på ett välstrukturerat sätt så att framtida åtkomst underlättas,
- att bearbeta rådata,
- att konstruera en modell för dataåtkomst och tolkning
- att presentera data och information rörande maskin- och arbetsinsatsen i växtodlingen.

I denna rapport dokumenteras framtagna mätutrustning och mätmetod. Därefter beskrivs hur data bearbetas och lagras. Till sist presenteras några enkla tidsserier och frekvensdiagram över registrerade variabler.

68 Resterande dokumentation planeras ske i en kommande rapport.

1.9 PROBLEMBESKRIVNING OCH AVGRÄNSNING

1.9.1 Mätproblemet

För denna typ av mätningar tillstöter problem på grund av datakällans natur. Här avses särskilt betingelserna kring tillkomsten av data. Flera av uppgifterna är av stokastisk natur, andra är deterministiska. Andra återigen är funktioner av de båda föregående.

1.9.2 Geografisk avgränsning

I ett första steg avses att enbart studera lantbruk i Uppland. Detta göres främst på grund av ekonomiska restriktioner inom projektet. Varje mätsystem kan registrera från en traktor på ett lantbruk i taget. Varje registrering skall kunna härledas till sin geografiska ort med skifte som finaste upplösning. (Jämför definition av skifte i 1.10 nedan)

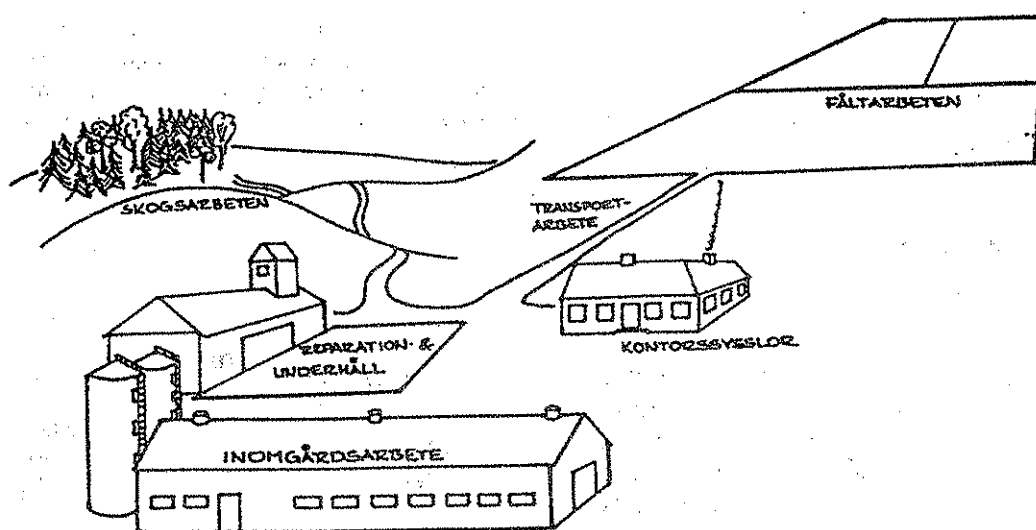
Kapitel: 1.7.3

En ytterligare geografisk begränsning införs nedan. Till utgångspunkt för begränsningen tas nedanstående uppdelning av ett lantbruksföretag.

Arbetet på ett lantbruksföretag kan av arbetsbehovsmässiga skäl uppdelas i följande områden med geografiska gränser (jämför figur 1:4 nedan).

- a) Fältarbeten
- b) Transportarbeten
- c) Kontorssysslor
- d) Reparations- och underhållsarbeten
- e) Skogsarbeten
- f) Inomgårdsarbeten
 - f:1) Lagerhantering
 - f:2) Foderberedning
 - f:3) Djurskötsel

I detta projekt studeras fält- och transportarbeten samt den del av kontorssysslorna vilka är knutna till dessa arbeten.



Figur 1:4

En uppdelning av arbetsbehovsområden på ett lantbruk. Källa: Elinder, M.F.E., 1984, teckning av Gösta Friberg.

1.9.3 Kalendarisk avgränsning

I ett första steg kommer inte mätutrustningen att vara kapabel att registrera vid utetemperaturer under -2 grader Celsius. Denna av praktiska och komponentekonomiska skäl införda gräns medför vissa begränsningar vad gäller studiet av fältarbeten sena höstar, samt för de fältarbeten vilka utförs innan den meteorologiska våren inträffat (dygnsmedeltemperaturen > 0 grader Celsius). Den senare restriktionen bedöms inte vara av allvarlig art. Jorden skall ju reda sig innan vårbruket startar.

1.9.4 Omfattning

Hittills har endast en traktor på respektive gård varit utrustad för mätning. Detta måste beaktas vid studiet av data. Därtill har inte alla mättraktorer hittills samtidigt haft både händelsestyrd och frekvensstyrd mätutrustning. Samtidigt har som mest (fram till 1987) tre traktorer med frekvensmätsystem och två händelsestyrda mätsystem varit i bruk.

1.9.5 Tidsavgränsning

Det frekvensstyrda mätsystemet har kapacitet att mäta 16 timmar oavbrutet innan bandbyte sker. Det normala är att bandbyte sker en gång per dygn, nämligen på morgonen, oavsett hur mycket oanvänd bandtid som finns kvar från föregående dygn. För det händelsestyrda systemet ligger tidsavgränsningen mycket längre bort och utgör ingen praktisk begränsning, då avläsning sker var 14:e dag.

1.9.6 Val av mätbara storheter

6 -
LD Valet av mätbara storheter kommer dels att påverkas av tillgängliga mätgivare, dels av mätvärdets praktiska användbarhet vid kalkylering. Då kalkylmodellerna vid projektstart baserar sig på manuella metoder kommer valet av storheter att basera sig på empiri kring behovet av kalkyldata beträffande arbets- och maskininsatsen. (Jämför Elinder, M.F.E., 1984). Datoranpassade kalkyler kommer att framställas, dessa presenteras i en kommande rapport. (Elinder M.F.E., 1988:b).

Valda storheter att studera redovisas i kapitel 2. Mätsystemets utformning redovisas i kapitel 3. Precisionen i mätsystemet studeras i kapitel 4. Metoderna för informationshanteringen vid mätningarna redogörs i kapitel 5. I kapitel 6 och appendix A presenteras data. Till sist i kapitel 7 diskuteras gjorda studier.

1.10 DEFINITIONER

Följande begrepp måste införas och förklaras:

Begrepp:	Förklaring:
Skifte	Den minsta enhet på vilken odling av en gröda sker. Dess geografiska begränsning utgörs alltså av grödans gräns till andra grödor, fälthinder och fältgränser.
Fält	Är en odlingsyta vilken begränsas av fysiska eller legala gränser.
Åtgärdsområde	Är en yta vilken åtgärdas samtidigt (i sekvens).

Exempel: Ett fält kan ha flera skiften. I ett åtgärdsområde kan ingå flera fält och/eller skiften.

2 URVAL AV MÄTBARA STORHETER

2.1 URVALSMETOD

För att begränsa antalet registrerade storheter har systemering använts. Systemering innebär en systematisk genomgång och uppställning av de beräkningskedjor som erfordras för att generera ett visst efterfrågat svar (Bäckström, M., 1973). Systematiseringen har skett med utgångspunkt från tidigare erfarenheter (Elinder, M.F.E., 1984, Elinder, M.F.E. och Falk, C., 1983 samt Elinder, M.F.E., 1979).

Under antagandet att det är möjligt att fastställa vilka slutresultat/frågor som skall besvaras, har studien skett baklänges tills man funnit odelbara mätbara data utifrån vilka svaren kan genereras. (Observera att odelbarheten gäller enbart för denna studies syfte. Givetvis kan mätningar ske exaktare eller problemet skärskådas på djupare detaljnivå, men här avses att denna exakthet ej är efterfrågad).

2.1.1 Systemering

Vilka är då frågorna vi vill besvara? Följande primärfrågor har valts ut:

- a) Körhastighet i fält samt dess fördelning.
- b) Dito för transporter.
- c) Motorbelastning samt dess fördelning.
- d) Bränsleåtgång samt dess fördelning.
- e) Avbrottstider, fördelning och orsaksgruppering.
- f) Tidsåtgång för respektive operation samt dess fördelning

Notera att vi här skall särskilja data från varje mättillfälle så att mätningens attribut framgår. Exempel på dessa attribut är:

- 1) geografisk ort,
- 2) typ av redskap,
- 3) arbetsbredd,
- 4) fältform,
- 5) fältareal,
- 6) transportavstånd mellan fält och gårdscentrum,
- 7) markförhållanden som jordart, dränering etc,
- 8) gröda,
- 9) orsak till avbrott
- 10) produktionsmedelsinsats

Som vi ser kan en mätstorhet dels vara ett måtetal, dels en beskrivande text. Detta påverkar insamlingssätten/möjligheterna.

2.2 VAL AV STORHETER

Vid valet av vilka storheter som skall mätas och hur de skall mätas görs kompromisser. Många samtidiga mätvärden ställer krav på mät-och datalag-ringsutrustningen. För få mätvärden är lätt en källa till statistisk osäkerhet. (Jämför resonemanget i 1.5 ovan)

Metoden som antyds i 2.1.1 ovan resulterar i en lista på önskvärda mätstorheter. Det är dock inte alltid som denna storhet kan mätas direkt bla pga ofullkomligheter i t ex mätapparaturen/mätprincipen. Indirekta mätmetoder kan då tillgripas i vissa fall.

2.2.1 Vad är mätbart?

Frågor rörande mätbarhet gäller problemen kring tillräcklig upplösning i data, tillgången på mätmetoder/mätapparatur samt på insatsen av resurser. Här vandrar projektet delvis på jungfruelig mark. Att bestämma mätbarheten ingår i problem-ställningen. Problemet med mätbarhet kan även gälla tillgången på mätutrustning. Bl a gäller att apparatur för bestämning av ett fyrhjulsdrivet fordons arbetshastig-het i terrängen inte är löst tillfyllest. (Richardson, N.A. och Lanning, R.L., 1983, Sokol D.G., 1985) Detsamma gäller proven med att utnyttja reglerstångens läge som mått på effektuttaget samt mätningen av avgastemperaturen för samma syfte. (Renault Agriculture, 1984)

Quinn?

2.2.2 Val av sortenheter

Val av sortenhet kan tyckas egalt. Vid beräkningar är dock sortvalet intressant vid det aritmetiska beräkningsarbetet. Vid erfarenhetsmässiga jämförelser är det viktigt med sorter vilka förmedlar en intuitiv förståelse om storleksordningen och variationsvidden.

SI-enheterna används genomgående som grund. För beteckningen på maskiner och redskap, grödor, odlingsteknik, jordarter mm används företrädesvis de beteckningar vilka finns standardiserade. (SMS, 1983)

2.3 VALDA REGISTRERBARA STORHETER

Nedan listas de storheter vilka registreras av den i det följande beskrivna mätutrustningen. Storheterna är grupperade efter metoden för deras registrering. Tre typer återfinnes¹:

- a) automatisk tidsstyrd registrering (frekvensmätning) av tidskontinuerliga storheter

¹ Begreppen tidskontinuerliga respektive tidsdiskreta storheter behandlas i avsnitt 3.2.

- b) automatisk tidsdiskret registrering (händelsestyrd mätning) av tidsdiskreta storheter
- c) manuell tidsdiskret registrering av tidsdiskreta storheter

2.3.1 Tidskontinuerliga storheter, automatisk registrering

I gruppen tidskontinuerliga storheter återfinns främst mått på traktorns prestanda samt tid och redskap. Se figur 2:1.

Bränsleåtgång
Motorvarv
Växelläge
Arbetshastighet
Bränsletemperatur
Insugningsluftens temperatur
Reglerstångens läge alternativt avgasttemperaturen
Tillkopplat redskapsnummer
Tidpunkt och datum

Figur 2:1 Automatiskt och tidsstyrt registrerade tidskontinuerliga storheter.

2.3.2 Tidsdiskreta storheter, automatisk registrering

I gruppen tidsdiskreta storheter med automatisk registrering återfinns registreringen av avbrott samt tidpunkten för påbörjande och avslutning av ett arbetsmoment/en arbetsoperation. För varje avbrott registreras dess start och dess slut samt orsaken enligt figur 2:2.

Avbrott pga vädret
Avbrott pga traktorns funktion
Avbrott pga redskapets funktion
Avbrott pga arbetsoperationens art
Övriga avbrott
Arbetsoperations påbörjande
Färdriktning till/från gårdscentrum
Påfylld bränslemängd
Skiftets namn där arbete pågår

Figur 2:2 Automatiskt registrerade tidsdiskreta storheter.

Kapitel: 2.3

2.3.3 Tidsdiskreta storheter, manuell registrering

I gruppen tidsdiskreta storheter med manuell registrering återfinns alla de beskrivande uppgifter vilka särskiljer en gård från en annan. Se figur 2:3.

Gårdens namn, adress, produktionsområde
Skiftena på gården och deras areal, jordart och avstånd
till gårdscentrum samt benämning
Odlade grödor, växtodlingsplan, produktionsmedelsinsatser
Odlingsteknik
Maskinpark, arbetsbredder, ålder, lastvolymmer
Antal sysselsatta människor

Figur 2:3 Tidsdiskreta manuellt registrerade storheter.

2.4 ÖNSKVÄRD PRECISION I INSAMLAT DATA

2.4.1 Tidskontinuerliga storheter

Vilken precision är nödvändig för de automatiskt registrerade tidskontinuerliga storheterna? Här har följande storlekar valts, med erfarenhet från tidigare arbete med kalkyldata och kravet på måttliga priser för givarna som grund.

Bränsleåtgång, bränsleåtgången skall ligga till grund för skattningen av erforderad effekt (5%) vid arbetet, volymsmätning kan accepteras om den korrigeras för temperaturvariation.

Motorvarv, motorvarvet erfordras för beräkning av effektuttag och bedömning av möjligheten till hastighetsförändring genom växling. Bättre än 0.1%.

Växelläge, växelläge under ett arbete kan spegla hur väl traktorn kan utnyttjas. Det har inte ansetts nödvändigt att registrera alla växlingar, varaktigt växelläge tillräcklig.

Arbetshastighet, arbetshastigheten är väsentlig vid alla kalkyler, precisionen begränsas av tillgängliga mätmetoder. Fördelningsfunktionen är intressant. Arbets-hastigheten bör därför kunna bestämmas på 0,2 km/h när.

Bränsletemperaturen, en varierande temperatur påverkar densiteten hos bränslet påtagligt varför korrektion erfordras, en noggrannhet på 1 grad Celsius är önskvärd.

Insugningsluftens temperatur beskriver traktormotorns arbetsmiljö, ju kallare luft desto mer syre kan tillföras. Denna temperatur används även som referenstemperatur vid avgasmätning. 1 grad Celcius är önskvärd.

Avgasernas temperatur beskriver effektuttaget ur traktormotorn vid känt motorvarvtal. Här är en noggrannhet på ± 10 grader Celsius tillfyllest.

Reglerstängens läge respektive avgastemperaturen ger ett mått på det momentana effektuttaget, en resulterande noggrannhet på 5 kW är tillfyllest.

Tillkopplat redskapsnummer, Det är ett absolut krav på tillämpligheten att typen av redskap registreras. En parallell manuell registrering tillämpas.

Tidpunkt och datum, tillgänglig noggrannhet hos kvartsstyrd klocka utnyttjas.

2.4.2 Tidsdiskreta storheter

Det är eftersträvänsvärt att lantbrukarna förmår besvara de i 2.3.2 ställda frågorna i realtid. Avbrott kortare än 20 sekunder registreras ej.

2.4.3 Manuellt registrerade storheter

Det är väsentligt för bedömning av generaliteten hos data att uppgifter enligt figur 2.3 noggrant registreras.

3 BESKRIVNING AV MÄTSYSTEM

3.1 INLEDNING

I detta kapitel beskrivs i mätsystemet ingående delar. En uppdelning i metod, hårdvara och mjukvara har skett. Först i kapitel 5 beskrivs hur lagring och bearbetning av mätdata sker. Den följande beskrivningen skall ses som en genomgång av den valda utrustningens karaktäristik. Flödesscheman används flitigt för att åskådliggöra mjukvaran. Precision och mätnoggrannhet redovisas i kapitel 4.

3.1.1 Dataflödet

KÄLLA:

Givare i Traktorn

Traktorföraren

Lantbruks-
företagets
ägare, kartor,
jordprover etc

REGISTRERING:

Tidskontinuerligt
automatiskt
insamlingssystem

Tidsdiskret
automatiskt
insamlings-
system

Tidsdiskret
manuellt
insamlings-
system

MELLANLAGRING:

Informationen
mellanlagras på
kassetter och
överförs till SAS

Informationen
mellanlagras
i RAM och över-
förs till SAS

Informationen
samlas
på papper

BEARBETNING:

Statistisk
analys,
beräkning av
karaktäristika
utförs i SAS

Analys och be-
räkning av ka-
raktäristika
utförs i SAS

Manuell selektion
och strukturering
av data

LAGRING:

Lagring
i SAS data filer

Lagring i relationsdatabasen MIMER

PRESENTATION:

Grafik

Tabeller

Utskrifter

Figur 3:1

Översikt av dataflödet i mätsystemet. SAS är ett programpaket för statistisk analys. MIMER är ett programpaket för datalagring. Det nedan beskrivna systemet består av ett flertal komponenter.

Det kan därför vara nyttigt med en översiktlig beskrivning innan detaljerna preciseras. Figur 3:1 ger en översiktlig bild över den väg data har från källa till presentation.

3.2 PRESENTATION AV MÄTMETODER

Maskin- och arbetsinsatsen i växtodlingen har traditionellt hittills registrerats manuellt. Vissa försök har gjorts med självregistrerande instrument, bl a skakur (Jonsson, B., 1981). I det följande presenteras ett system för automatiserad insamling av mätdata. Systemet skall ses som en ersättare till en stor del av de manuella mätmetoder vilka har tillämpats och som nu knappast kan användas på grund av höga personalkostnader.

Data rörande maskin- och arbetsinsatsen kan grovt delas in i två grupper (Elinder, M.F.E., 1988:b) nämligen:

- * tidsdiskreta storheter (händelser),
- * tidskontinuerliga storheter (förlopp).

Tidsdiskreta data registreras när händelsen inträffar. Exempel på händelsestyrda data i växtodlingen är: avbrott för justering av harv, ankomst till viss plats etc.

Tidskontinuerliga data bör registreras kontinuerligt (analogt). Problemet är att datamängden då snabbt kan bli orealistiskt stor, särskilt då flera variabler registreras samtidigt. Ett sätt kan då vara att avläsa mätetalet med vissa intervaller (frekvensmätning). Intervallets storlek får sedan bestämmas av användningsområdet för avlästa data. Sökes detaljerad kännedom skall intervallet vara kort. Med längre intervaller avtar detaljrikedomen och en mer svepande kunskap om helheten erhålls.

Störningar vid denna typ av mätning är slumpmässiga händelser, risken för vinkningsdistorsion samt problematiken kring att använda ett konstant tidsintervall av viss längd mellan mättillfällena. Vinkningsdistorsion är ett mätfel som uppkommer om förhållandet mellan avläsningsfrekvensen och frekvensen hos händelsen är multiplar av varandra.

En välbekant metod för att bestämma intervallets längd (avläsningsfrekvens) är beräkning av relativa fel. För varje användningsområde för uppmätt data beräknas hur stort det relativa felet i mätetalet får vara, utan att beräkningens tillförlitlighet minskas med avseende på dess användningsområde.

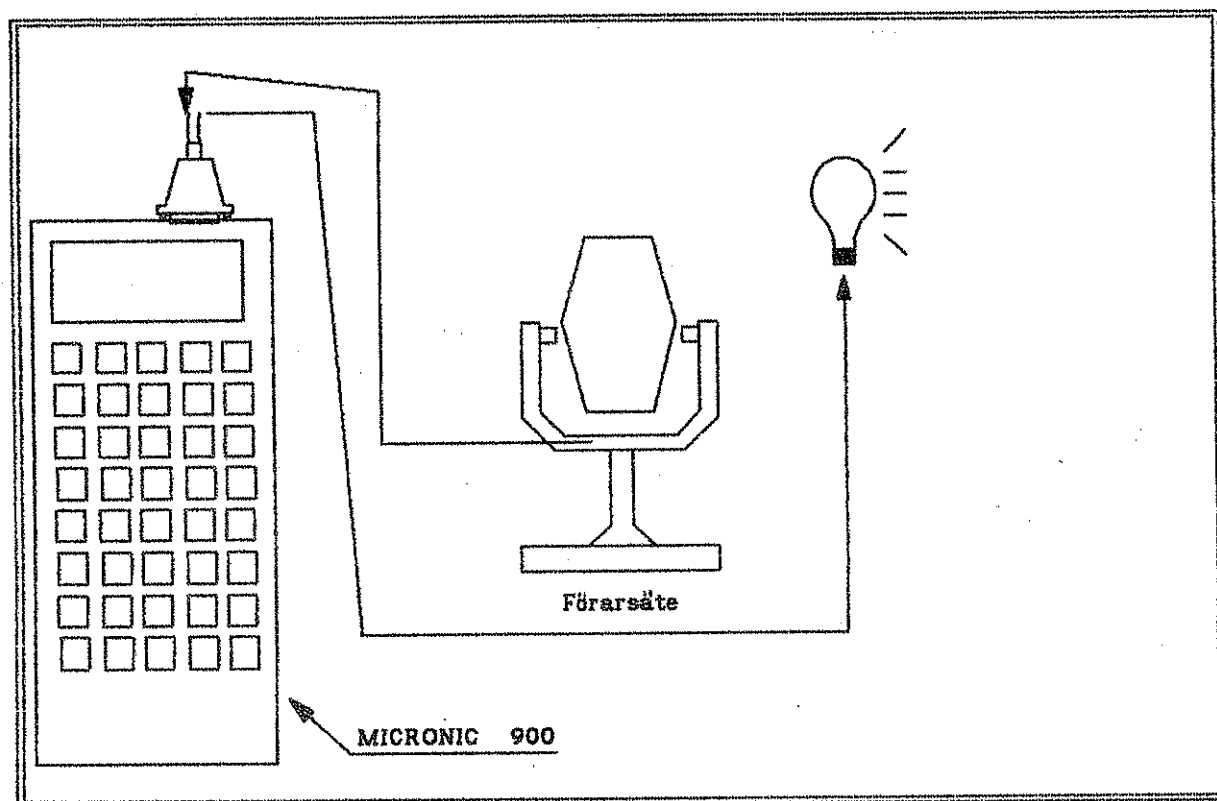
Av det ovanstående följer att man i lantbrukets kalkylsituation vid beräkning av arbets- och maskinsatsen måste göra aktiva val vad avser siffernoggrannhet och nivån för det acceptabla felet i beräkningarna på grund av underliggande naturliga variation i mätetalen.

Ett sätt att skaffa sig underlag för dessa beslut är att simulera (beräkna) känsligheten i beräkningarna, och på så sätt göra klart för sig vilka mätetal som har stor influens på slutresultatet. Vidare bör man lära känna dessa mätetals naturliga variationsområde och eventuell sannolikhet för variation i viss riktning. I Elinder M.F.E. (1988:b) "Arbets- och maskinsats i växtodlingen" redogörs för en sådan simulerings- (beräknings-) modell.

I det följande görs en beskrivning av de metoder för mätning och registrering av data vilka kommit till användning i detta projekt.

3.2.1 Tidsdiskret (händelsestyrd) mätning

Tidpunkter för avbrott och byte av geografisk ort registreras med hjälp av en Micronic 900 handdatorterminal, se figur 3.2. En givare vilken registrerar traktorförarens närvaro/frånvaro från förarsätet indikerar för handterminalen när ett avbrott påbörjas och avslutas. En summer/ljuskälla påkallar traktorförarens uppmärksamhet vid återkomsten till förarplatsen. Föraren har då att med tangentnedtryckningar ange orsaken till avbrottet med en kod (Bokstav + siffra).



Figur 3.2 Det tidsdiskreta mätsystemets komponenter. En Micronic 900 handterminal kopplad som mät dator för registrering av tidsdiskreta data. En givare i förarsätet initierar frågor från datainsamlingsprogrammet i datorn. En lampa påkallar förarens uppmärksamhet när svar krävs.

Uppkopplingen enligt figur 3.2 uppmanar operatören att ge svar på av mätprogrammet ställd fråga. Systemets förmåga att interagera med en eller flera triggsignaler bestäms av hård- och mjukvara.

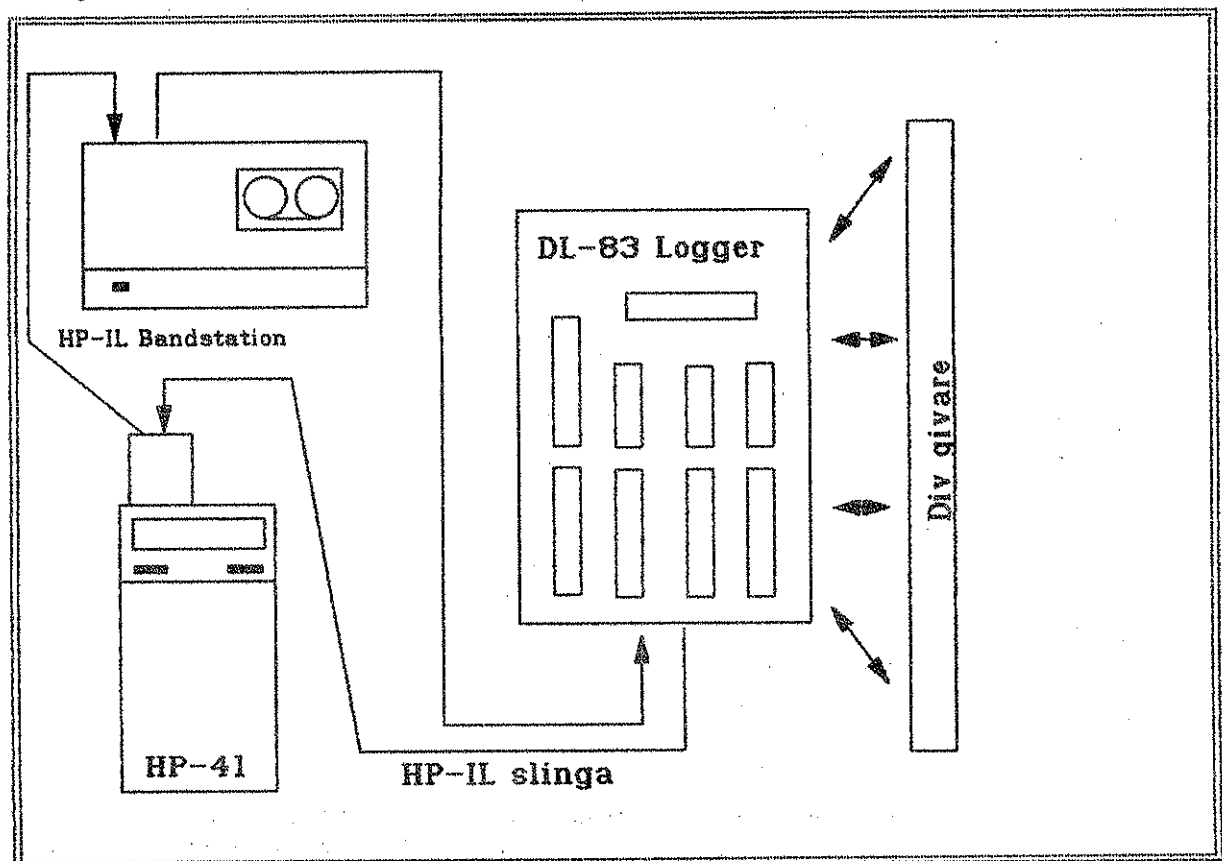
Traktorföraren anger byte av geografisk ort och/eller arbetsuppgift med en kod. I de fall då arbetsuppgiften omfattar hantering av mängder kan traktorföraren ange mängden i liter. Detta är aktuellt vid t ex tankning och transport.

Alla dessa data lagras internt i Micronic 900:s minne. En gång per vecka (alternativt var 14:e dag) överförs uppgifterna till en stordator för lagring och bearbetning.

Micronic 900 har ett internbatteri vilket laddas från traktorns spänningskrets via ett L 200 konstantspänningsaggregat (se 3.4.2 nedan).

3.2.2 Tidskontinuerlig (tidsstyrd) mätning

För mätning av bränslebehov, motorvarv etc används ett litet batteridrivet mätsystem.



Figur 3.3

Det tidskontinuerliga mätsystemets komponenter: en styrenhet (HP-41), en lagringsenhet, ett kommunikationsnät (HP-IL), en mätvärdesomvandlare (Logger) samt diverse mätvärdesgivare.

Mätsystemets komponenter är mätgivare, spänningsförsörjning, logger/mätvärdesomvandlare, fickdator, klocka och bandstation, se figur 3.3. I detta projekt använda system inkluderar endast en logger. Det valda signalöverföringssystemet HP-IL (Kane, G., Harper, S., Ushijima, D., 1982) tillåter dock att fler loggrar inkopplas i HP-IL slingan. Endast en mjukvarumässig komplettering i mät- och styrprogrammet tillkommer.

Fickdatorn, en HP-41 CV med klockmodul, styr med hjälp av ett program insamlingen av mätvärden från varje givare. Inläsning av data sker varje minut, och data överförs därefter till magnetbandet.

Magnetbandet, vilket byts varje morgon av traktorföraren, har kapacitet att lagra data från 984 minuter (= ung. 16 h) vid 16 mätvärden per avläsningstidpunkt. Antalet avläsningar per tidsenhet och antalet mätvärden per avläsning styrs helt av mjukvaran och antalet tillgängliga mätkanaler hos hårdvaran (Loggern).

Spänningsförsörjningen till HP-41-fickdatorn sker genom alkaliska batterier. Batterierna klarar ca 1,5 månaders mätningar. HP-IL bandspelaren matas med 5,7 V max 2A via en L200-krets (se 3.4.2) och den får i sin tur ström från mätsystemets huvudspänningsförsörjningskrets på 12 V.

3.2.3 Beskrivning av mätplatser

De gårdar vilka deltar i försöket har främst valts så att respektive traktor kommer till så stor användning som möjligt. Gårdarna skall tex ha redskap med arbetsbredder och effektbehov avpassade till respektive traktorstorlek och jordart. Viktigt har även varit att lantbrukaren varit intresserad samt att så många olika jordbruksredskap som möjligt kommer med i försöket. Vilka uppgifter som registreras för varje mätplats framgår i det följande under punkt 4.3.

3.3 BESKRIVNING AV MJUKVARA

Mjukvara har utvecklats för följande användningsområden:

- a) Styrning av mätförlopp i Micronic 900 resp HP-41 (Forth resp HP-41 språket)
- b) Överföring av mätdata till stordatorer
HP-41 -> HP-1000 (HP-41-språket och Pascal 1000)
HP-71 -> VAX (HP-71 Basic)
Micronic 900 -> IBM-PC (Forth, Basic och Pascal)
- c) Kontroll av mätdata (Pascal, SAS)
- d) Konvertering av mätvärden (SAS)
- e) Bearbetning av mätvärden (SAS)
- f) Lagring av resultat (SAS, MIMER)

Kapitel: 3.2.2

En policy har varit att utnyttja standardprogramvara, samt att modifiera den i mån av behov för denna tillämpning. Vid vissa tillfällen har denna policy inte kunnat tillämpas. I de fallen har en strukturerad programkonstruktion valts för största flexibilitet. SAS refererar till programvara från Statistical Analysis Systems Institute, North Carolina, USA. MIMER refererar till programvara från MIMER Systems AB, Uppsala.

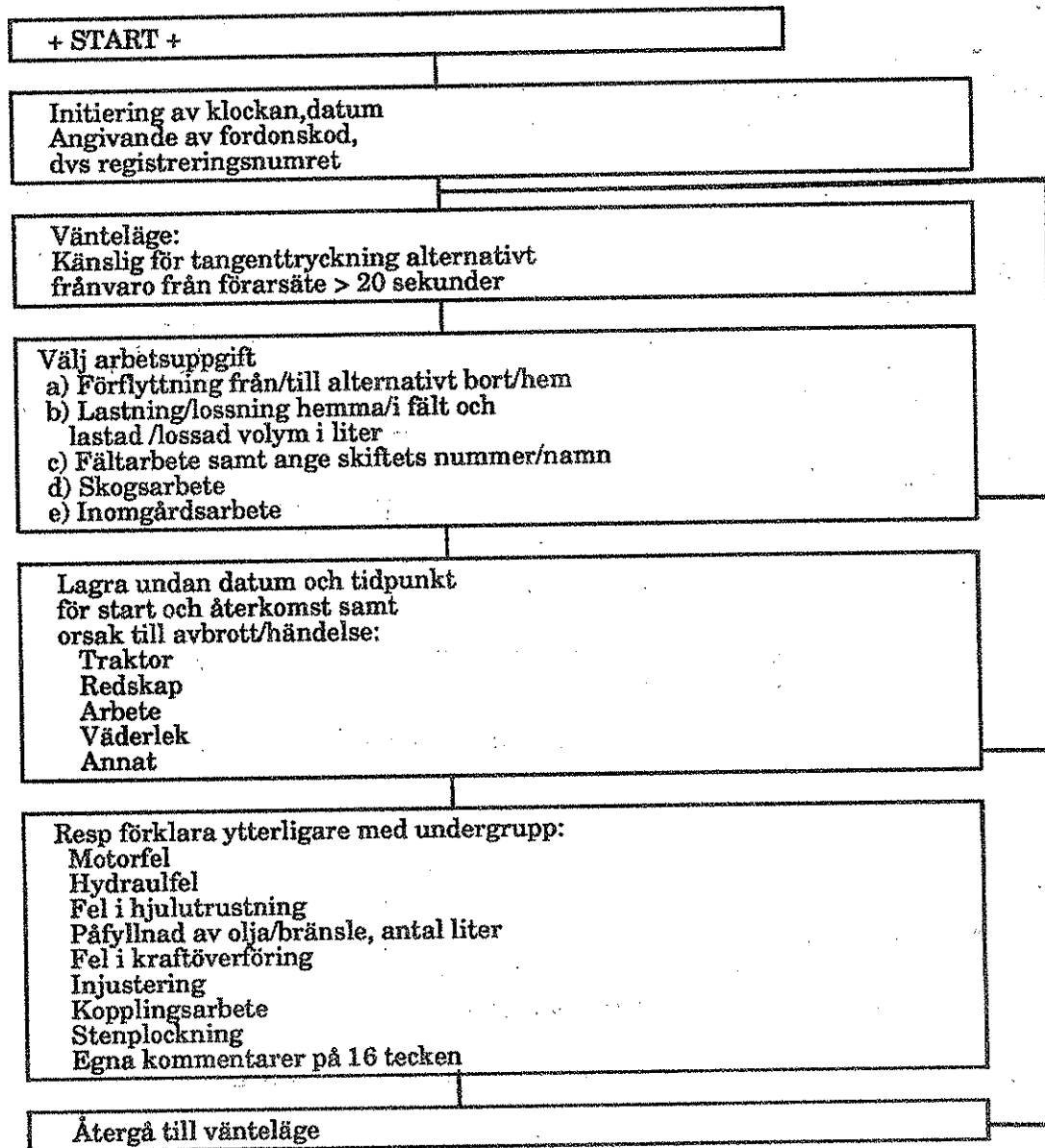
3.3.1 Styrning av mätförlopp

De båda mätsystemen skiljer sig inte bara åt vad gäller mätförlopp utan även vad gäller programspråk. De båda systemen skildras därför var för sig. För båda gäller dock att datum och tid är väsentliga delar i datamängderna. Presentationen sker med hjälp av sk flödesscheman.

3.3.1.1 Program i Micronic 900

I Micronic 900 finns ett program skrivet i programspråket FORTH (Brodie, L., 1981). Det hanterar klocka, händelseregistrering, signalering, tangentbordskommunikationen, listning av lagrade data samt överföring av data till en IBM-PC. Från IBM-PC kan sedan data överföras till valfri dator via telenätet.

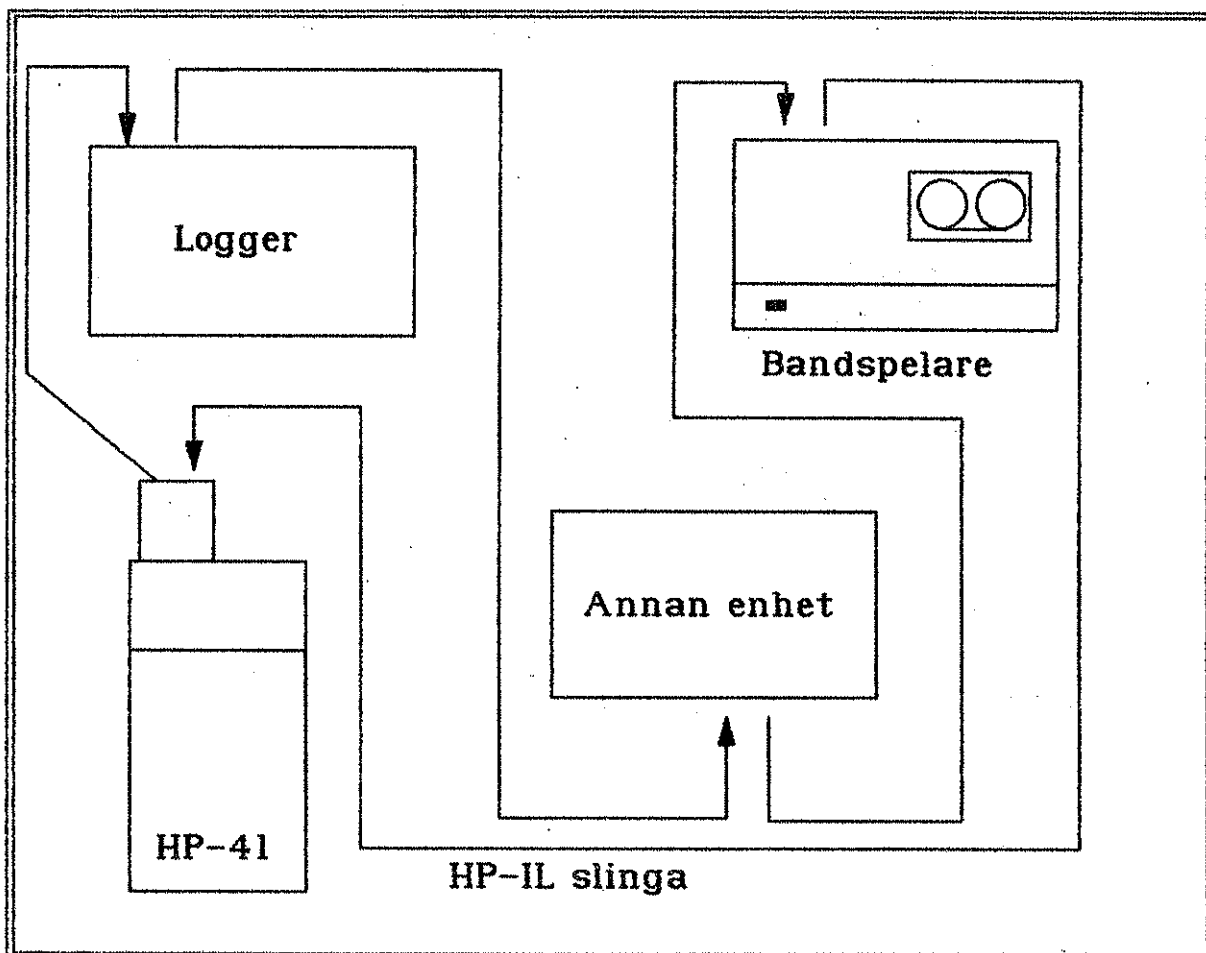
Detta programpaket är i sin helhet skrivet av Conny Falk, Inst. f. Lantbruksteknik, SLU, Uppsala, 1985. Förändringar i programkoden inför mätsäsongen 1986 och 1987 har utförts av Torbjörn Leuchovius, Inst. för Lantbruksteknik, SLU, Uppsala. Ett översiktligt flödesschema finns i figur 3:4.



Figur 3:4 Flödesschema för styrprogrammet till Micronic 900 handterminal. Programflödet är kodat i Forth.

3.3.1.2 Program i HP-41

Den programmerbara fickdatorn HP-41 styr via HP-IL kommunikationsslingan, mätlogger och bandspelare, se figur 3.5.

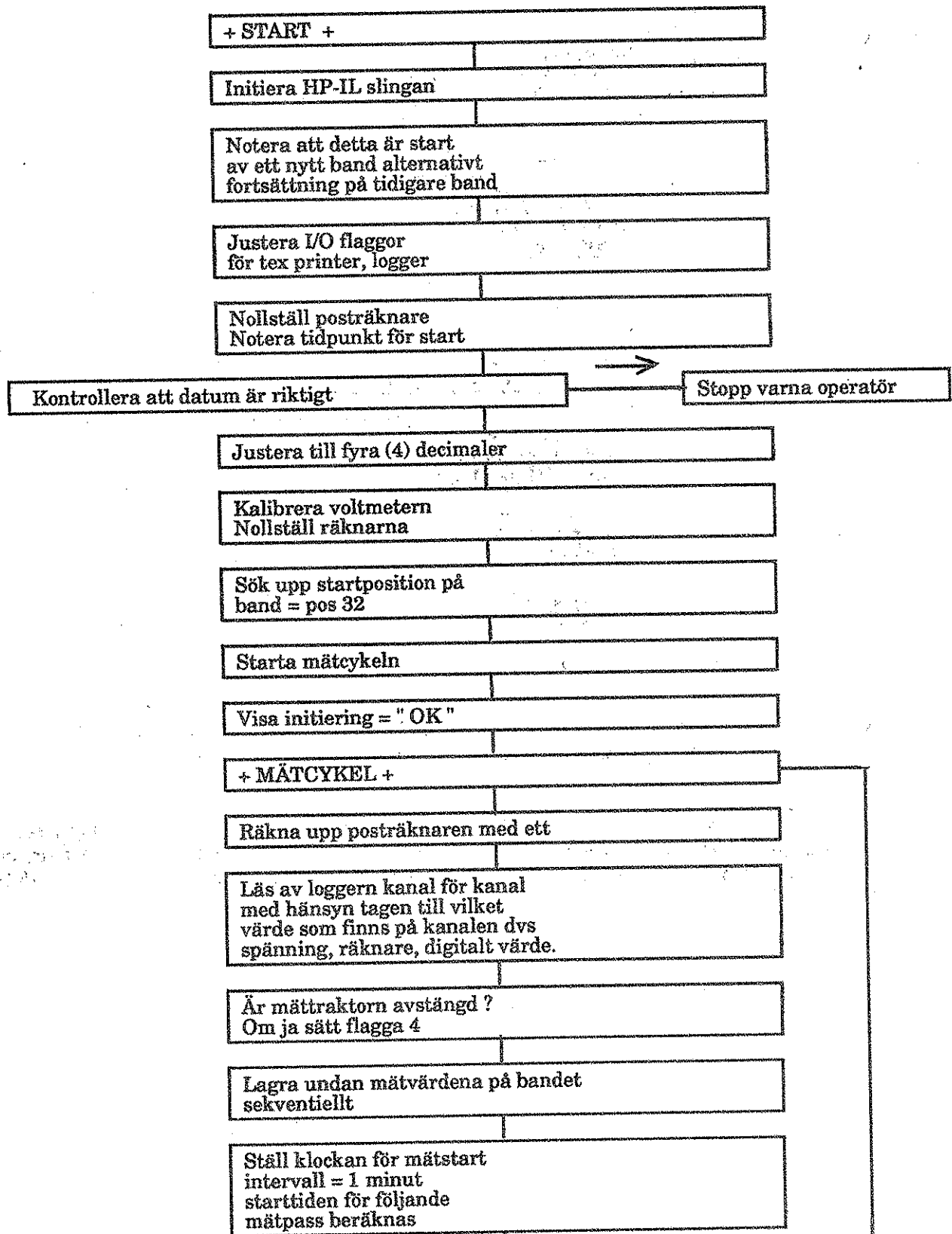


Figur 3:5

Uppkopplingen av komponenterna i HP-IL kommunikationsslingan. HP-IL är en 2-trådig seriell kommunikationsslinga med eget 11-bits transmissions kodsystém. Vid varje tillkopplad enhet finns speciellt interface vilket administrerar kommunikationen på slingan. I HP-41 lagras främst det program, se figur 3:6, som styr mätningen och datalagringen. Till detta kommer småprogram vilka används för att kunna kontrollera funktionen hos mätsystemet och för att manuellt styra mätningar vid besök på mätplatserna i fält. Dessa småprogram redovisas ej här.

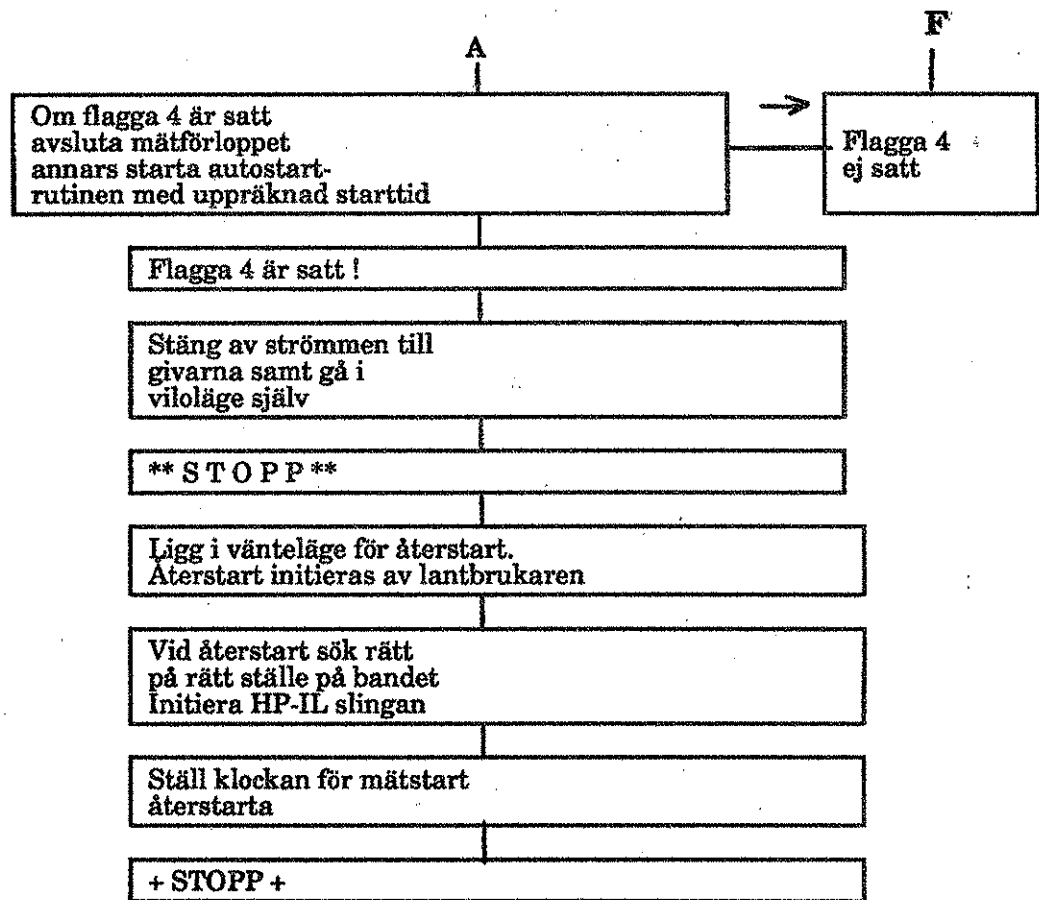
Flödesschema över styrningen av mätförlopp och lagring på band återfinns i figur 3:6.

Flödesschema för program i HP-41 för styrning av mätförlopp och lagring på band:



A

F



Figur 3:6 Flödesschema för mätprogrammet till HP-41 handdator. Flödet är programmerat i HP-41 språket (Forth liknande).

Data från en mätning ligger sekventiellt lagrat på HP-IL kassetter i ordning, först 32 uppgifter i klartext därefter multiplar om 16 mätvärden. Alla 16 härrör från en avläsning. Observera att varje avläsning identifieras dels av ordningsnummer, dels av klockslag och datum för avläsningen.

Exempel på datafil:	
Identifiering av kassetband	: 6 tecken
Akkumulerad användning av bandet	: timmar : minuter
Traktor registreringsnummer	: 3 tecken + 3 siffror
Gårdsnamn förkortning	: 6 tecken
Mätsystem nummer	: 1 heltal
Datum för nytt band	: 6 siffror
Klockslag för mätningarnas start	: 6 siffror
Klockslag för mätningarnas slut	: 6 siffror
Orsak till mätavslutningen	: 6 tecken
Antal mätcykler	: 1 heltal
Finns det fortsättning på bandet	: ja/nej
Poststorleken	: 1 heltal (här 16)
Mätningens typ	: 6 tecken
1:a Delpostens innebörd	: 6 tecken
2:a Delpostens innebörd	: 6 tecken
...	...
15:e Delpostens innebörd	: 6 tecken
16:e Delpostens innebörd	: 6 tecken
Ledigt utrymme	:
Kalibrer.konst. för voltmeteren	: 1 heltal

Därefter följer som nämnts tidigare max 985 X 16 st mätvärden.

Figur 3:7 Beskrivning av innehållet i en datafil. De inledande 32 raderna (records) med mätokumentation följt av mätposterna om 16 rader (records) var.

3.3.2 Överföring av data till lagringsmedium

Banden, vilka som nämnts tidigare byts ut av traktorföraren på morgonen varje arbetsdag, hämtas hem till institutionen ca en gång per vecka. Vid institutionen sker en överföring av data till ett permanent lagringsmedium. Vid överföringen sker en viss förenklad kontroll av data.

3.3.3 Verifikation och kontroll av data

Då detta är ett automatiserat mätsystem, vilket till största delen är lämnat åt sig självt, är det nödvändigt att ha program för automatisk rimlighetskontroll. Vissa av dessa är placerade direkt i HP-41 programmet vilket styr mätförloppet. Andra ligger i de bearbetade programmen. Dessa går igenom värde för värde och studerar om mätetalet ligger inom ett i förväg bestämt intervall. Om så inte är fallet varnas operatören, genom att en kvittens på det påträffade felets placering och art skrivs ut på en printerfil.

3.3.4 Konvertering av mätvärden

För att minimera lagringsutrymmet och påskynda mätförloppet är vissa data krypterade till bokstäver eller tal. Dekrypteringen sköts av följande program:

- a) Konvertering av Micronic DATA
- b) Konvertering av HP-41 DATA

3.3.4.1 Konvertering av tidsdiskreta data

Micronic 900 handterminalen är konfigurerad så att det i 3.3.1.1 omtalade mätprogrammet är inbränt i en 16 Kb PROM-modul. Detta lämnar handterminalens dynamiska RAM-minne fritt för lagring av data. (Detta dynamiska RAM-minne har egen batteriförsörjning så det "tappar" inte minnet även om spänningsnivån går så låg att programkörningen i övrigt stannar).

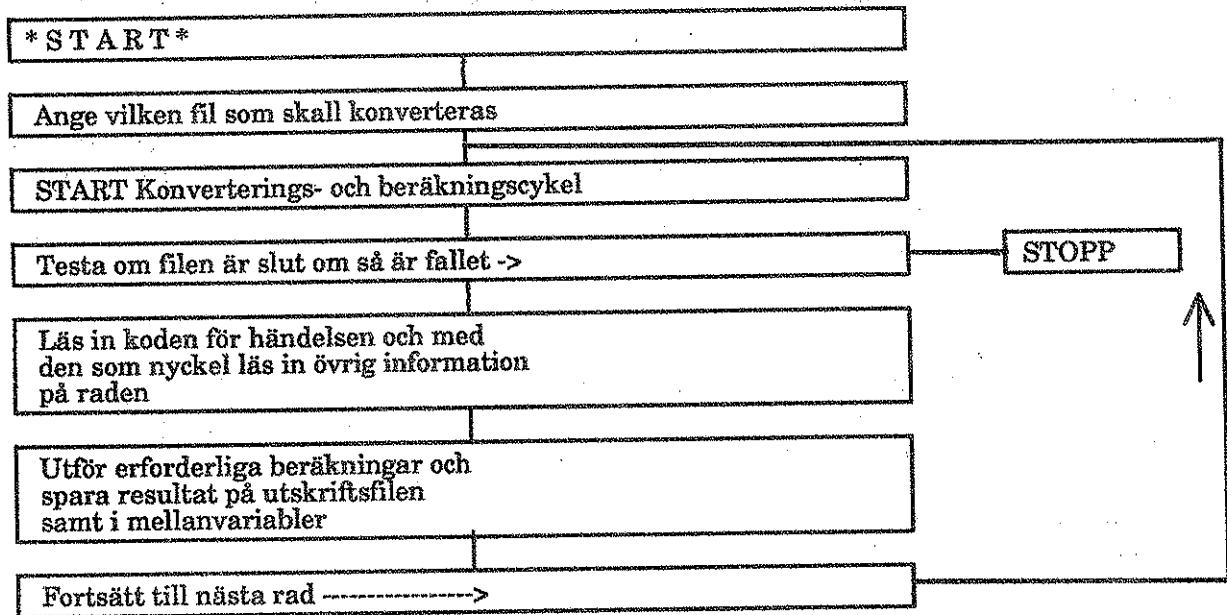
För att komprimera den mängd data som skall lagras och överföras från insamlingsenheten Micronic 900 har följande tillämpats:

- Koderna för händelser lagras som ett (1) tecken
- Förklaringen till händelsen lagras som två (2) tecken
- Datum och klockslag lagras som sex+sex (6 + 6) tecken både vid händelsens start och dess slut
- Beroende på händelsens natur lagras vid behov ytterligare information enligt:
 - * volymer/vikter åtta (8) tecken
 - * namn åtta (8) tecken
 - * egna kommentarer 16 tecken

Detta innebär att den minst utrymmeskrävande händelsen kräver $1+2+12+12+3$ (mellanslag) = 30 tecken och den mest utrymmeskrävande händelsen fordrar $1+2+12+12+8+8+5$ (mellanslag) = 48 tecken. Varje tecken tar 1 Byte (där 1 Byte = 8 bitar). Detta leder till att mellan ca 1050 och ca 1700 händelser konsekutivt kan registreras och lagras innan internminnet blir fullt. Frekvensen av denna typ av händelser är inte känd eller förutsägbar. Den skisserade kapaciteten har dock bedömts som tillräcklig för en till två veckors behov, det vill säga lagring innan överföring sker till permanent lagringsmedium.

Konverteringen av data hanteras i ett SAS-kodat program. Bokstavskoderna översätts till klartext liksom förklarandekoden då den angivits. Datum och tid kvarstår liksom övriga informationsmängder. Konverteringsprogrammet tillfogar en ur de avgivna tiderna beräknad längd på händelsen, tex avbrottets längd, se flödesschema i figur 3:8.

Data från den tidsdiskreta mätdatainsamlingen är lagrat i ASCII-filer med en händelses data per rad. Sekvensen inleds med koden för händelsen följt av eventuell kod för förtydligande samt datum och tid. Därefter följer, beroende på händelsekod, specifik information kopplad till händelsen. Detta innebär att radlängden varierar slumpmässigt. Följande program (se figur 3:8) dekrypterar koderna för händelser och förtydligande och beräknar tiden för avbrottet, summa tid för avbrott av samma klass samt total påfylld bränslemängd. Slutprodukten är en formaterad ASCII-fil med klartextinformation lämplig för lagring.



Figur 3:8 Programflödet vid konvertering av tidsdiskreta data från Micronic 900-insamlingssystemet. Innebörden i koderna förklaras närmare i texten ovan.

3.3.4.2 Konvertering av tidskontinuerliga data

HP-41 mätsystemet lagrar informationen i poster om 16 element (antalet element är helt programstyrt). Varje element har en kapacitet att lagra 6 st ASCII-tecken eller ett tal som kan vara ett heltal eller ett reellt tal. (Jämför med figur 3:8 ovan och 3.4.5.1 nedan).

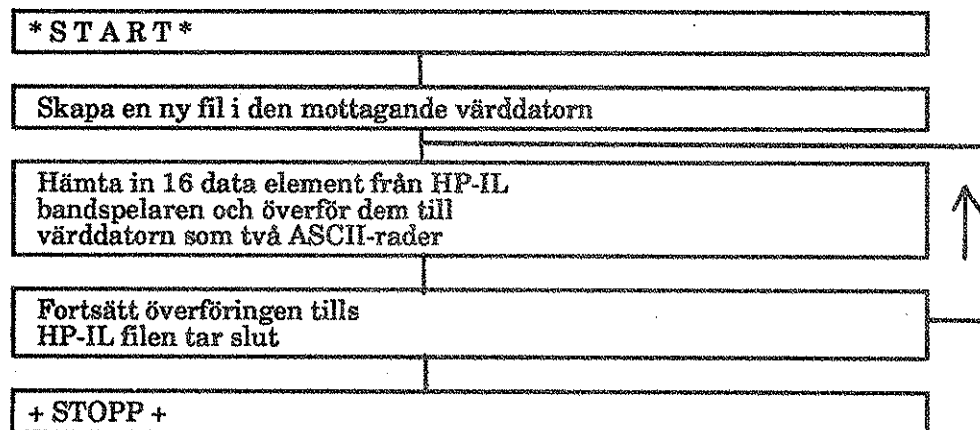
Loggern avger en utsignal som består av en av de tre följande, se figur 3:9. Typen beror på vilken kanal som avläses.

Kanal nummer	Storhet	Intervall
0 - -5	Spänning	0,000 - - 5,000
6*	Interna referens-voltmetern	0 - - 100 000
7 - - 12	Räknarens innehåll	0 - - 100 000
13 - - 15	Digital input	0 - - 77 777

Figur 3:9

Loggerns utsignaler vid olika kanalval. Kanal 6 är reserverad för kalibrering av loggern. När den anropas avläses den interna spänningsreferensen, resultatet ges som output från frekvensräknaren. Spänningen beräknas utifrån en unik kalibreringskonstant för varje logger. Kalibrering medför samtidigt att räknarna på kanal 7-12 nollställs. figure 3:9 Output från loggerns olika kanaler

Dessa tal lagras på HP-IL bandstationens kassetter. Vid överföring till stordator behålls lagringsformen ASCII-tecken, men en omformattering sker från en enhet per rad till åtta (8) enheter per rad. Det tidsstyrda datat vilket samlas in och lagras ute på mättraktorn i form av en enda lång ASCII-fil på HP-IL bandkassetter, formatteras om samtidigt med överföringen till permanentlagringsfilen i stordatorsystemet. Från att ha varit ett data per rad sker en omformattering till åtta (8) data per rad åtskilda av ett blanktecken, se figur 3:10.



Figur 3:10

Flödesschema för ett överföringsprogram. Programmet läser in HP-IL formaterade data och sänder dem till en värddator.

3.3.4.3 Formelsamling

Beroende på uppmätt storhet och vald överföringsfunktion behöver mätvärdena bearbetas innan ett statistiskt användbart mått erhålles.

3.3.4.3.1 Räknare

För att summera pulser används räknare. Räknaren går från noll(0) till 99.999, varpå den börjar om från noll(0) igen. Räknare används för att summera pulser av olika slag: motorvarv, hjulvarv, bränslepulser etc. Antalet pulser sedan föregående avläsning blir således beroende på det avlästa värdets storlek i förhållande till föregående värde. Följande algoritm användes:

Om AV är mindre än FV blir

$$AP = (100000 - FV) + AV \quad [3. 1]$$

annars

$$AP = FV - AV \quad [3. 2]$$

där: AV = Avläst värde
FV = Föregående värde
AP = Antal pulser

3.3.4.3.2 Temperatur

Temperaturen mäts med olika givare vilka alla ändrar resistansen som funktion av temperaturförändringen.

Resistansen i Ohm ges av:

$$RT = \left(\frac{10100.6183 \cdot AV}{DCVR \cdot 514} \right) + Re_0 \quad [3. 3]$$

där RT = Av givaren visad resistans i ohm
AV = avläst spänning volt
DCVR = referensspänning för eliminering av temperaturdrift hos givarförstärkaren
Re₀ = Referensresistansen vid ± 0 grader för varje PT-element (ca 100 Ω)

Temperaturen för PT-100 givare ges av:

Initiera med $T=0.0$

Upprepa 3 gånger:

$$T = \frac{1}{0,003927} \cdot \left(\frac{RT}{Re_0} - 1 \right) + \left(\left(\frac{1}{49} \cdot \frac{T}{100} \right) \cdot \left(\frac{T}{100} - 1 \right) \right) \quad [3. 4]$$

där T = temperaturen i grader Celsius
 RT = Resistansen avgiven av PT-100 givaren
 Re_0 = Referensresistansen vid ± 0 grader för
 varje PT-100 element (ca 100,0 Ω)

Temperaturen för Chromel-Alumel termoelementet ges av:

$$T = (6.58426 + (22.8683 \cdot AV) + (0.03354 \cdot AV^2)) + L \quad [3. 5]$$

där T = temperaturen i grad Celsius
 AV = avläst spänning volt
 L = aktuell lufttemperatur i grader Celsius

3.3.4.3.3 Tillstånd

Genom avläsning av de tre kanalerna med binära ingångar på loggern, kan man ur det då erhållna heltalet utläsa vilket tillståndet var på respektive binär ingång. Heltalet utgörs av ett oktalt kodat heltal. Kodningen tolkas enligt följande:

Binär ingång nr:	Heltal som ges vid hög, dvs spänning > 4 Volt
1	1
2	2
3	4
4	10
5	20
6	40
7	100
8	200
9	400
10	1000
11	2000
12	4000
13	10000
14	20000
15	40000
Alla	$\Sigma 77777$

Figur 3:11 De binära ingångarnas oktala kodning

3.3.4.3.4 Effektuttag

För tolkning av reglerstängsläge resp avgastemperatur som mått på effektuttaget krävs att mätning utföres med respektive mättraktor under bromsning i provbänk. Genom att då parallellt uppta registrerad temperatur, utvecklad effekt samt motorvarv, kan ett samband mellan dessa variabler erhållas.

För god upplösning måste både belastning och motorvarv varieras under provbromsningen. I denna redogörelse kommer endast avgastemperaturen respektive avläst spänning på reglerstängslägesgivaren att redovisas. Beträffande temperatur-effekt hänvisas till Renault, (Renault Agriculture, 1984).

3.3.4.3.5 Bestämning av arbetshastighet och körsträcka

För att få ett ungefärligt mått på arbetshastigheten används rotationen på antingen ett framhjul eller ett 5:e-hjul. För att få ett mått på slirningen används höger bakhjulsvarv. I båda fallen används pulsgivare vilka ger ett visst antal pulser per varv. Antalet pulser per varv är beroende av traktorfabrikat- och registreringssätt. Dock gäller att givaren för bakhjulsvarv alltid ger 152 pulser per varv. Antalet hjulvarv ges av:

$$A_{hj} = \frac{A_p}{P_{pv}} \quad [3. \ 6]$$

där A_{hj} = Antal hjulvarv
 A_p = Antal pulser
 P_{pv} = Pulser per varv(konstruktionskonstant)

Den sträcka som representeras av ett hjulvarv, varierar med ett flertal faktorer. För att få en rimlig grund för hur lång sträcka respektive mätthjul tillryggalägger per varv genomförs prov på två underlag. Resultatet sträcka per hjulvarv används sedan i beräkningarna. För fartbestämningen utnyttjas sedan denna sträcka per hjulvarv och underlag samt lagrad information om antalet hjulvarv per tidsenhet.

3.3.4.3.6 Slirning

Traktorer överför sin dragkraft till redskapen via markkontakten. Förmågan hos denna kontaktyta att överföra dragkraft varierar med en mängd faktorer. Ett mått som ofta används i dessa sammanhang är slirningen. Hög slirning medför i de flesta fall dåligt maskinutnyttjande varför måttet har intresse vid arbets- och maskinprestationsmätning. Slirningen ges av:

$$\text{Slirning i \%} = \frac{(S_1 - S_0)}{(S_0)} * 100 \quad [3. 7]$$

Där: S_1 = Drivhjulets körsträcka
 S_0 = Körd sträcka

3.3.5 SAS-program

Statistical Analysis System (SAS) är ett knippe program för hantering av data och statistisk bearbetning. Mjukvaran innehåller verktyg för:

- * lagring och åtkomst av information
- * datamodifiering
- * programmering
- * rapportgenerering
- * statistisk analys
- * filhantering

Genom att dessa verktyg är åtkomliga inom ett högnivåliknande programmeringsspråk, koncentreras användarens arbetsinsats till problemlösningen snarare än på detaljprogrammeringen i ett konventionellt programmeringsspråk (tex FORTRAN eller Pascal).

Inom SAS-systemet är användaren fri att bearbeta och testa sitt data. Han/hon understöds av enkelt användbara rutiner för avancerad statistisk bearbetning och rutiner för avancerade utskrifter eller grafik. Systemet är dimensionerat för att hantera mycket stora datamängder på ett rationellt sätt.

3.3.6 MIMER-tabeller

Med hjälp av ett vid Uppsala datacentral konstruerat databasprogram lagras resultat och vissa data i form av tabeller. Databashanteraren är ett datorprogram som kallas MIMER (Efter den fornnordiske gud vilken vaktade kunskapens källa, ur Eddan i Valans spådom).

Mimer är en relationsdatabashanterare, vilken medger att en eller flera relationer existerar mellan de i basen lagrade dataenheterna (entities= "självständiga enheter").

Med hjälp av ett frågespråk beskriver man relationerna mellan data och kan på så sätt hämta fram de enskilda data man söker.

3.3.6.1 Något om en relationsdatabas

I en relationsdatabas är data strukturerat i tabeller, bestående av kolumner och rader. Raderna korresponderar med begreppet datapost, kolumnernas antal överensstämmer med antalet element i en datapost. Skärningen rad/kolumn identifierar exakt ett element (jämför med matriser).

I figuren 3:17 återges ett exempel. Kolumner, vilka benämns nyckelfält, identifierar dataposten. Fler än en kolumn kan användas som nyckelfält. Med attribut avses en egenskap som kan tilldelas data i dataposten.

Egenskapen tas ur en definitions mängd för attributet (attributets domän). Varje rad i tabellen anger 1 förekomst av en datapost. Härav följer att varje datapost kan tilldelas alla kolumners attribut.

	Nyckel kolumer	Nyckel kolumn n	Attribut kolumn 1	Attribut kolumn 2	Attribut kolumn n
rad 1 -> rad 2 -> rad 3 -> rad n					

Figur 3:12

MIMER-tabellens principiella uppbyggnad med nyckelfält och attributfält. Kom ihåg att en rad med uppgifter representerar en dataförekomst. Nycklar kan utgöras av ett attribut hos data. Oftast är det dock ett tillordnat attribut tex ett identitetsnummer. Varje data hämtar värden till sina attribut från respektive attributs definitionsområde (Domän). (Sandberg, G., 1981)

3.3.6.2 Regler för en relationsdatabas

I en relationsdatabas skall råda sådan ordning att matematikens regler för relationsmatematiska operationer (Descartes R, 1637) uppfylls.

- En tabell innehåller bara en typ av rader
- Alla rader i en tabell har samma antal element(fält)
- Varje kolumn har ett eget namn
- För nyckelkolumner gäller att endast en förekomst av en viss nyckel kan förekomma i tabellen
- Elementen i en kolumn hämtar sina värden från en domän
- Flera kolumner kan ha samma domän
- Nya tabeller kan skapas genom kombination av befintliga

Figur 3:13

Regler för tabeller i en relationsdatabas. Dessa regler måste uppfyllas för att relationsmatematiska operationer skall kunna utföras på i tabellen lagrade data.

På en relationsdatabas vill man utföra operationer, skapa tabeller, kolumner och rader samt att ta bort dem och fylla dem med uppgifter (data). Till dessa grundläggande operationer kommer andra såsom att sammanfoga tabeller (join), att selektera ut de rader man önskar (select) samt att välja ut de kolumner man söker (projection). Dessa med flera operationer kan man utföra i MIMER antingen med hjälp av från egna program åkallade subrutiner, eller genom att använda det till MIMER hörande frågespråket MIMER/QL.

För MIMER gäller att värdet på varje rad för minst en av kolumnerna har en unik representativitet i kolumnen. Detta medför att en meningsfull tabell i MIMER har minst två kolumner. Till detta kommer att en MIMER-tabell alltid är alfabetiskt/-numeriskt sorterad i stigande ordning.

Ett exempel visas i figur 3:14.

Nyckel kolumn 1 RIKTNR	Nyckel kolumn n TELNR	Attribut kolumn 1 NAMN	Attribut kolumn 2 YRKE	Attribut kolumn n ADRESS
08	12345	Karlsson L	Smed	Plåtgränd 3
08	20000	Andersson A	Journalist	Vitsgatan 1
018	10000	Pettersson	Agronom	Librisgatan

Figur 3:14 Ett exempel på MIMER-tabellens principiella uppbyggnad. Jämför figur 3:13. Här är t ex attributet TELNR ett telefonnummer i mängden av televerket upplåtna telefonnummer i respektive rikt-nummerområde. I denna exempeltabell kan inte två personer med samma riks- och lokaltelefonnummer representeras!

Den person som skapar tabeller i en relationsdatabas har att beakta följande vid komponerandet av tabellerna för att säkerställa en god funktion hos databasen. Reglerna är uppställda av C J Date. (Date, C.J., 1975)

1. En informationsmängd är i första normalformen om termerna är odelbara och uppträder endast en gång inom mängden.
2. En informationsmängd är i andra normalformen om den är i första normalform och om alla egenskapstermer är i fullständigt funktionellt beroende av primärnyckeln.
3. En informationsmängd är i tredje normalformen om den är i andra normalformen och om den inte innehåller transitiva beroenden. Detta betyder att om en egenskapsterm är fullständigt funktionellt beroende av en annan skall denna i sin tur peka tillbaka på (stå i ett 1:1 förhållande till) mängdens nyckel (alla identitetstermer).

3.3.6.3 Exempel på en MIMER-tabell

I figur 3:15 exemplifieras hur en verklig MIMER-tabell kan ta sig ut. Exemplet är hämtat ur en databank med namnet "BANDDB", en databank med uppgifter om mätdata. A

Notera att i MIMER kan tabeller ges namn på upp till åtta tecken. Tabellerna ordnas i så kallade 'databanker' vilka är hemvist för en grupp relaterade tabeller. Databankerna benämns även de med ett namn på åtta tecken.

TAPES			
TAPEID	ANVÄNDAT	USEDHOUR	TAPEANM
ATM100	860522	22	Krångel med munstycken
ATM156	860921	123	Byte av plogspetsar
.	.	.	.
.	.	.	.

Figur 3:15 Exempel på data i en MIMER-tabell med namn TAPES. Man kan här säga att bandets nummer och datum är nyckeln till kunskap om bandets användningstid och anmärknings-radens innehåll.

3.3.7 Hjälpprogram för datautvärdering

Rådata lagras, vilket nämnts ovan, dels i SAS-dataset dels i MIMER-tabeller. Vid utvärderingen vill man bl a kombinera olika data på olika sätt beroende på syftet med bearbetningen. För att underlätta denna utvärdering används ett styrprogram som via menyer leder användaren fram till önskade resultat. I figur 3:16 ges ett exempel på utformningen av ett sådant styrprogram. Styrprogrammet är skrivet i kommandospråket till operativsystemet VAX/VMS.

0 Hjälpinformation
1 Val av data att bearbeta i MIMER
2 Val av bearbetningssätt i SAS
3 Styrning av utskrifter
.
.
Avsluta

Figur 3:16 Exempel på meny i ett program för datautvärdering. Tolkningen av respektive val ges i texten nedan.

Nedan ges tolkningen av effekten av att välja ett av alternativen i menyn i figur 3:16 ovan.

- 1 medför att man kommer in i MIMER-systemet och där möts man av en ny meny vilken styr urvalet av tex de datafiler man vill studera (t ex data om plöjning med viss arbetsbredd på viss jordart).
 - 2 medför att man kommer till en meny för val mellan färdiga SAS-program för bearbetning av de data vilka utvalts i 1 ovan.
 - 3 medför att man kan specificera vilka utskriftsmedia man vill ha utskriften på.
- . anger att menyn kan utökas.
- Avsluta medför att användaren återgår till operativsystemet.

Hela detta program- och procedurpaket tillväxer under projektets gång varför endast detta redovisade principschema ges.

3.4 BESKRIVNING AV HÄRDVARA

Nedan redogörs för all hårdvara vilken använts för att bygga upp mätsystemen.

3.4.1 Givare

Varje storhet som registreras mäts med hjälp av givare. Valet av givare är alltid en källa till huvudbry vad avser balansen mellan pris och prestanda. Nedan anges valda mätprinciper och mätgivare.

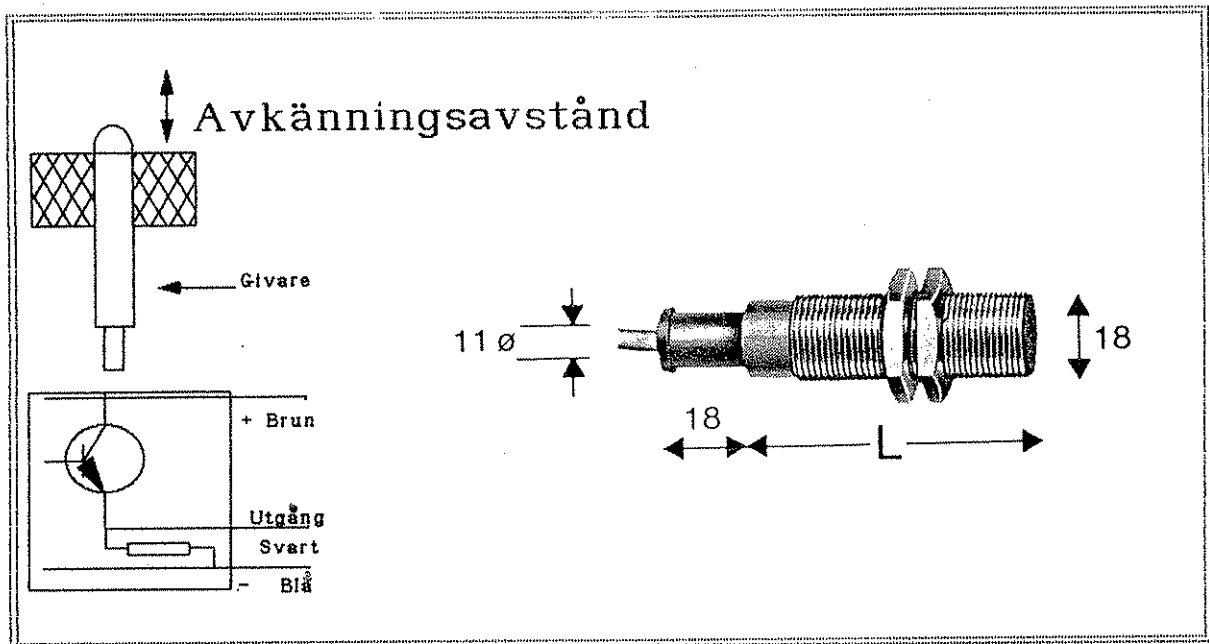
3.4.1.1 Montering

När väl en givare valts skall den gå att montera skyddat på en fysisk plats där goda mätbetingelser säkerställs. Att finna sådana platser är ett av de viktigaste problemen vid monteringsarbetet. Detta då mättraktorn skall användas i praktisk drift vid ett lantbruk och driftstopp på grund av fel montering av givare ej kan accepteras.

3.4.1.2 Induktiva givare

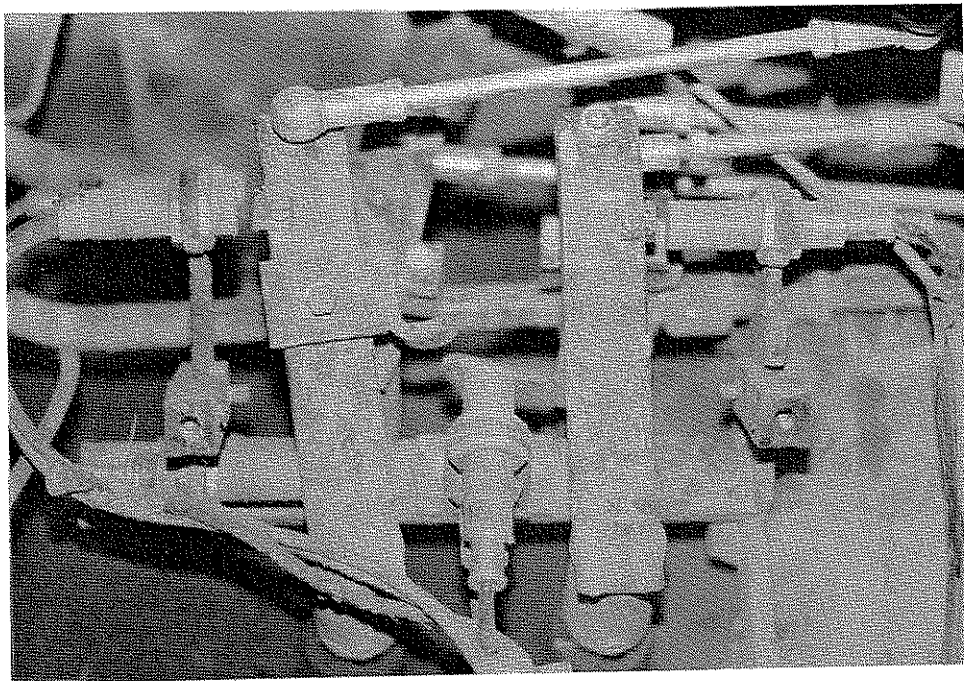
För registrering av spakars läge samt olika varvtal har givare med den induktiva mätprincipen valts. (OEM-Automatik AB, 1983) Dessa beröringsfria givare används med fördel i en besvärlig miljö med bl a fukt, stora temperaturvariationer och starka vibrationer, se figur 3:17.

Princip: När metall passerar den induktiva givarens avkänningsområde dämpas en svängningskrets i givaren och en distinkt förändring sker i utgångskretsen.

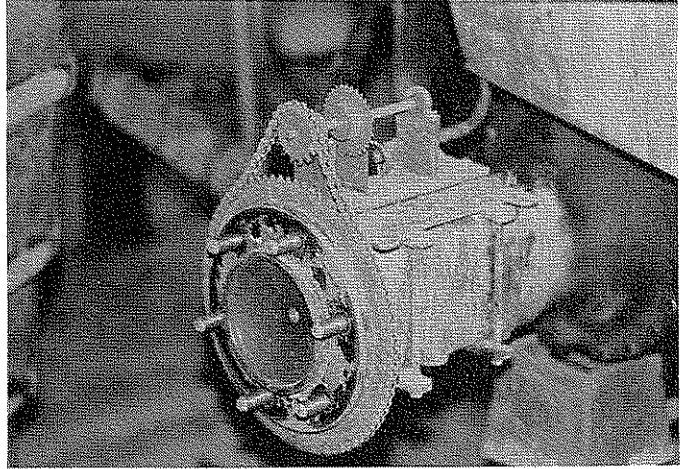
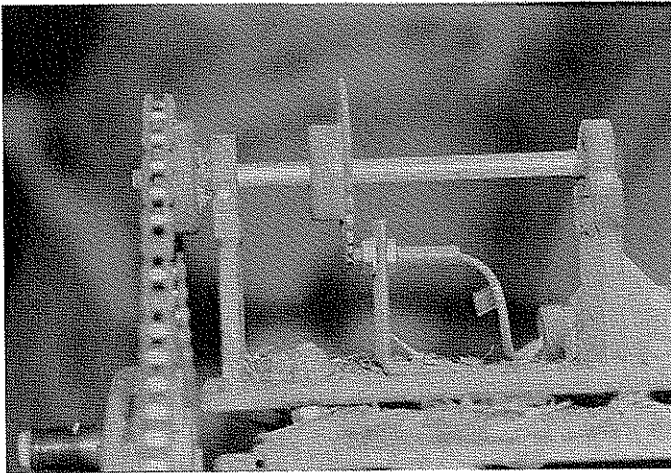


Figur 3:17 Den induktiva givaren; karaktäristik och montering.

Valet har fallit på två typer av givare. Båda typerna är inbyggbara i metall och med slutande funktion vid metallpassage, samt 5-30 volts drivspänning. Den första typen av givare med känslavstånd 2 mm för stål används för att registrera varvtal på ett kugghjul. Den andra har känslavstånd 5 mm och används dels för att registrera motorvarvtal, dels för att registrera växelspakarnas lägen.



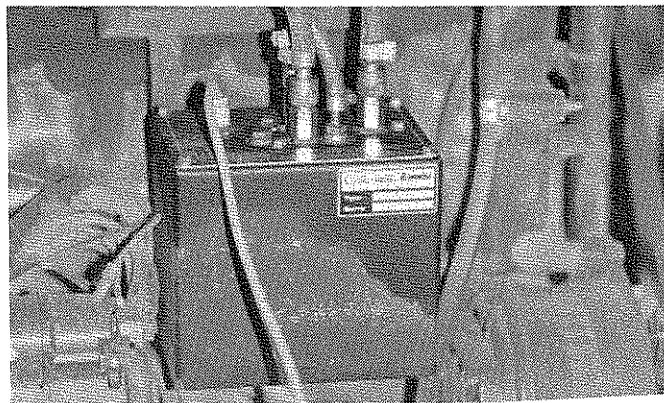
Figur 3:18 Induktiva givare monterade för växelvalsregistrering. Foto: författaren.



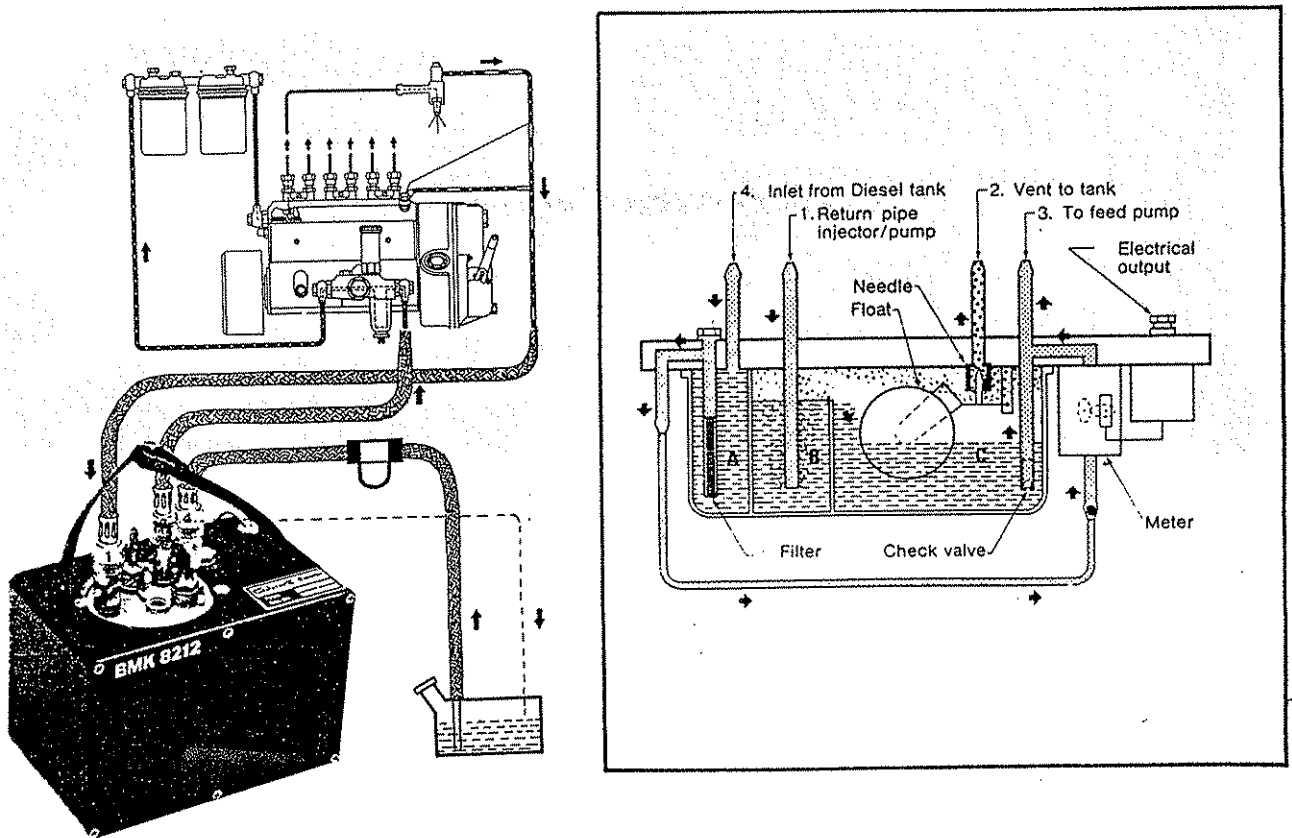
Figur 3:19 Induktiv givare monterad för varvtalsregistrering på höger bak-hjul. Figur 3:19 a visar hur den induktiva givaren är monterad så att den kan "räkna" kuggar. Figur 3:19 b visar hur uppväxlingen av varvtalsregistreringen till 152 pulser per varv är utförd. Foto: författaren.

3.4.1.3 Bränslemätare

Vid bränslemätning syftar man till att mäta massflödet av bränsle för att generera sorter som g/kWh, g/h och l/h. Här har valts ett system med volymmätning av bränslet. (Electra Control Kullavik AB, 1983) Genom att registrera bränsletemperaturen i grader Celsius med en särskild givare (typ PT-100 se nedan i figur 3:19) kan massan bränsle beräknas via kända samband mellan volym, temperatur och massa (SIS-standard). Densiteten vid 20o-Celsius skall ligga mellan 0,8 och 0,86 g per cm³. Insprutningen är vanligen anpassad till densiteten 0,83 g/cm³. Vidden i standarden motsvarar en effektskillnad på ca 7 % mellan extremvärdena. (Nordström, O., 1976).



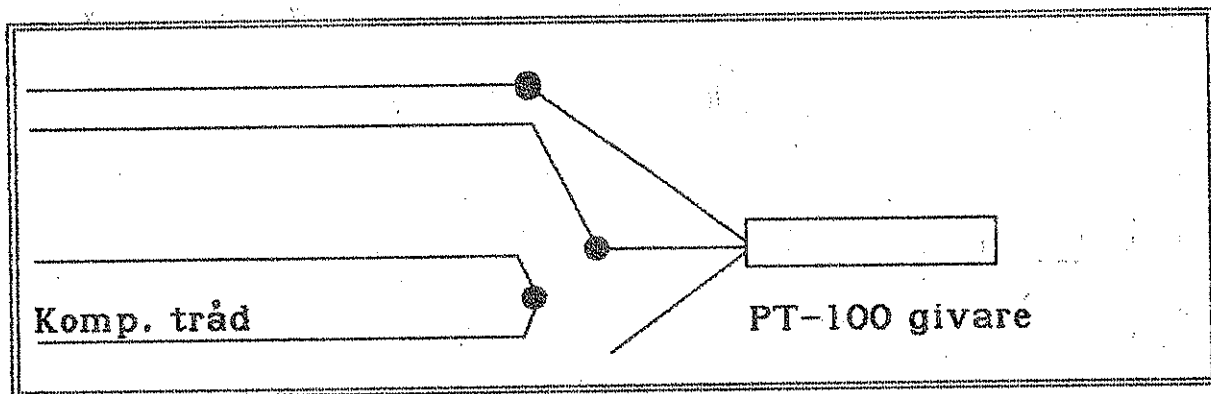
Figur 3:20 Volymsbränslemätaren monterad på traktorn. Foto: författaren.



Figur 3:21 Mätare för volymmätning av bränsle på dieselmotorer. Observera den lilla kammaren för returnerat men uppmätt bränsle. Vid mycket returbränsle kommer ovalhjulsgivaren att arbeta intermitent, tex vid tomgång.

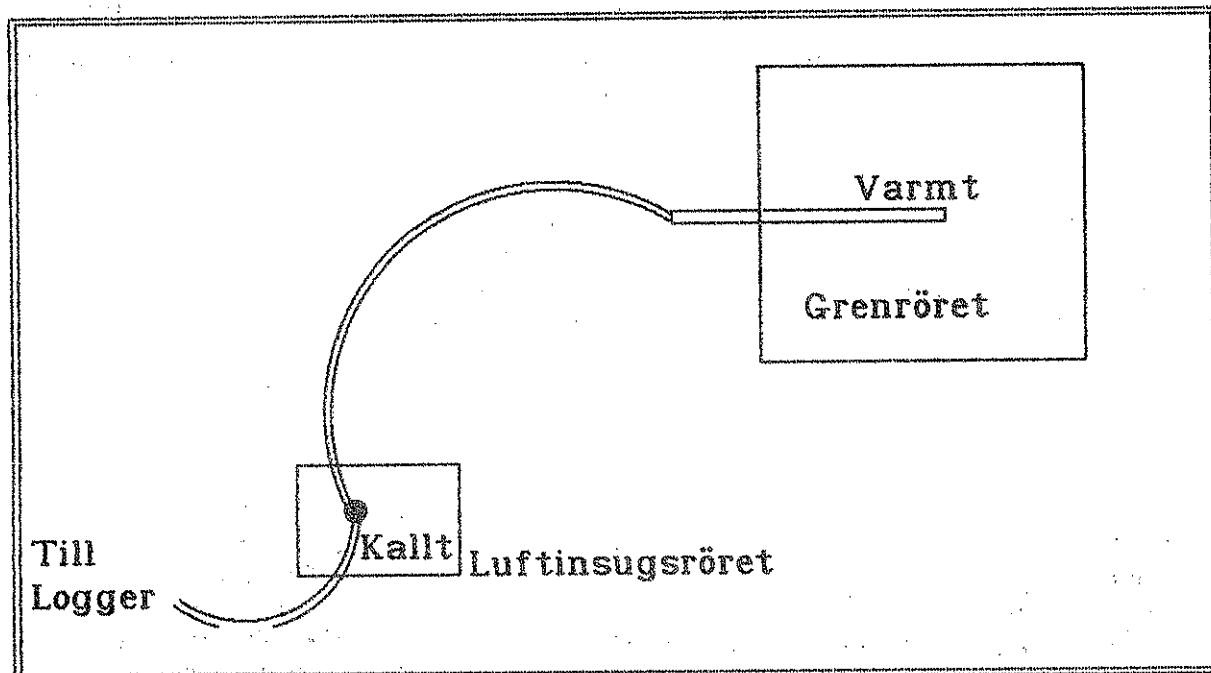
3.4.1.4 Temperaturgivare

Två typer av temperaturgivare kommer till användning inom projektet. För mätning av absoluttemperatur används PT-100 givare, se figur 3:22. Aktuellt temperaturområde är 0 till 50 grader Celsius med 0 ohm vid 0 grader Celsius. Denna typ av givare används till att registrera bränsletemperaturen (jämför 3.4.1.3 ovan) samt till att registrera temperaturen på luften i insugningsröret/insugningsfiltret. Bränsletemperaturen registreras strax innan bränslet går in i bränslepumpen.

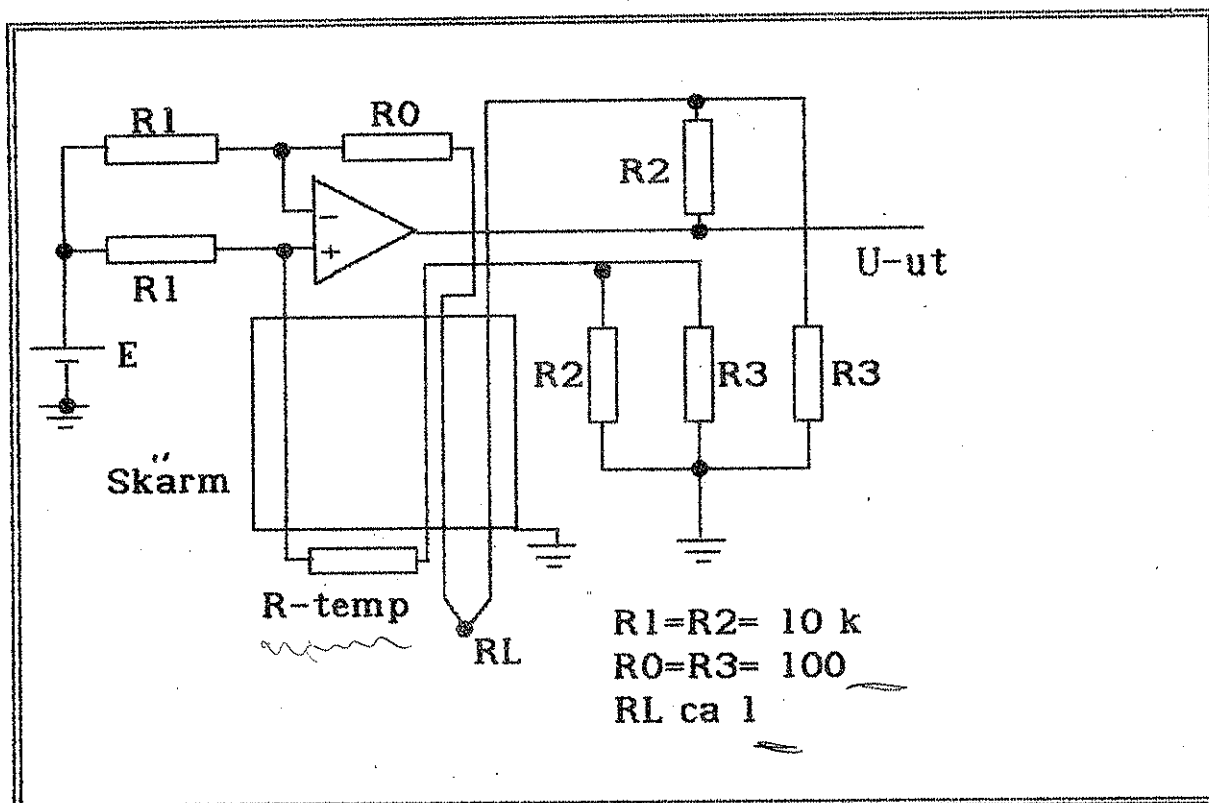


Figur 3:22 PT-100 elementet kan kopplas både för 2- och 4-trådsmätning (därav de tre trådarna ut ur PT-100 elementet). I detta mätsystem används 2-trådsmätning med kompensationstrådar. Kapslingen av PT-100 elementet är utförd i rostfritt stål och är vattentät.

För mätning av avgastemperatur används ett stälkapslat Chromel-Alumel termoelement, med ett aktuellt temperaturintervall på 400-1100 grader Celsius. Det kalla lödstället är i detta fall placerat i traktormotorns insugningsrör bredvid en PT-100 givare, se figur 3:23.



Figur 3:23 Chromel-Alumel termoelement kopplat så att det varma lödstället befinner sig i avgasröret. Det kalla lödstället befinner sig i luftintaget bredvid en PT-100 givare.



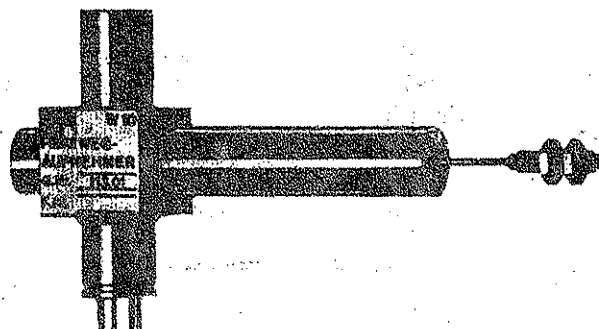
Figur 3:24 Elektronik för konstantström-matning till PT-100 och Chromel-Alumel termoelementet. Utsignalens spänning är proportionell mot temperaturen vid respektive givare.

3.4.1.5 Specialgivare

För vissa storheter har det varit nödvändigt att skaffa speciella givare vilka inte direkt mäter den storhet vilken skall skattas. Dessa storheter mätes på försök för att utröna hur effektiva de är på att återge förändringen i den skattade storheten. Den uppmätta storheten skall ses som en överföringsfunktion av den skattade storheten.

3.4.1.5.1 Reglerstängslägesgivare

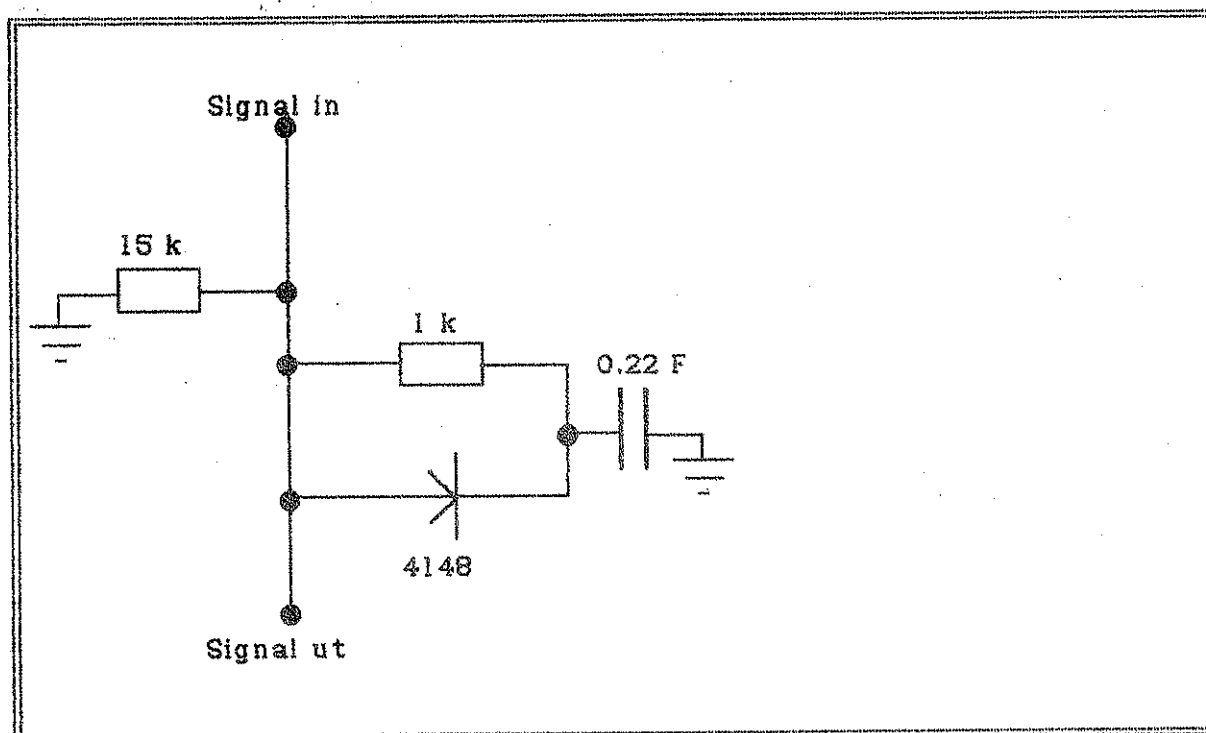
På motorer med radpump har reglerstängens läge använts som mått på effektuttaget. En linjär lägesgivare, med principen kärna förskjutbar i förhållande till två spolar, har använts. Kärnan är lagrad i ett teflonrör för minimal friktion. Mätprincipen är mindre känslig för motorvibrationer än vrid- och skjutresistanser, se figur 3:25. (Hottinger-Baldwin Messtechnik GMBH, 1982) Reglerstängens läge registreras sedan vid provbromsning av varje mättraktor i bromsbänk. Ur dessa kalibreringsbromsningar kan ett samband mellan måttet på reglerstängens läge V korreleras till ett visst effektuttag kW vid samtidigt registrerat motorvarvtal. Motorbelastningen anges ofta i % av full effekt och en noggrannhet på ca $\pm 2.5\%$ är önskvärd i grupperingar i 5% nivåer.



Figur 3:25 Lagesgivare för tex uppmätning av reglerstångens rörelse.

3.4.1.5.2 Signaler från traktorns eget elsystem

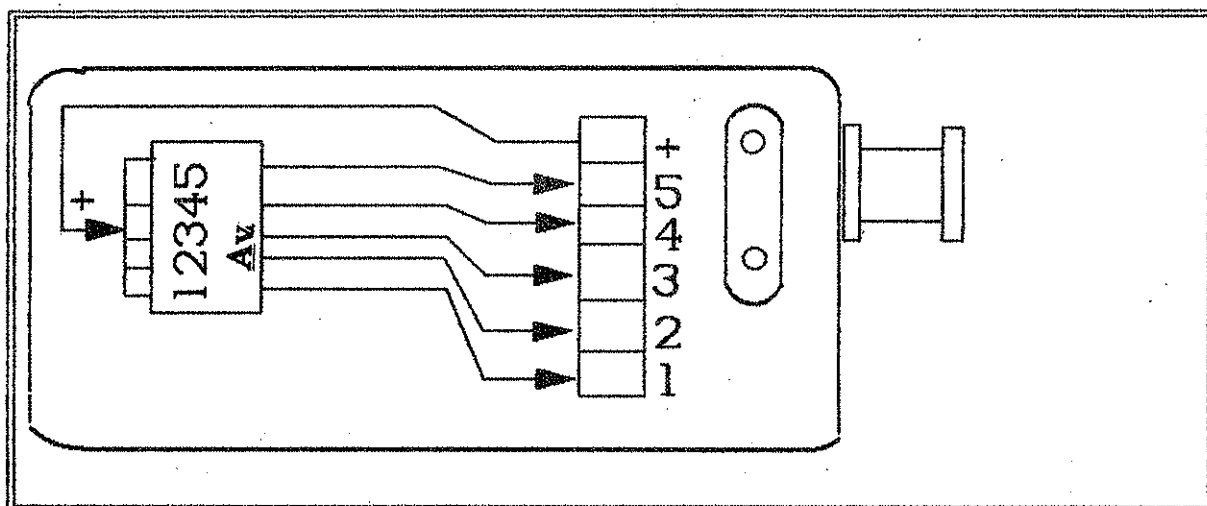
För insignaler vilka redan på standardtraktorn kan representeras med en växlande spänningsnivå, sker en avtappning av signalen via kontakt-studsminimering direkt till loggern. Signalen hålls dessutom aktivt låg när den inte indikerar hög, se figur 3:26.



Figur 3:26 Avtappning av signaler från traktorns eget elsystem. Konstruktionen håller kontaktstuds borta samt håller utsignalen på en definierad nivå: hög eller låg.

3.4.1.5.3 Givare för indikering av tillkopplat redskap

För indikering av vilket redskap som är tillkopplat traktorn, används en egentillverkad givare. Genom att hålla en eller flera av totalt fem ledare på hög nivå, genereras ett binärt nummer från 0-31, se figur 3:25.



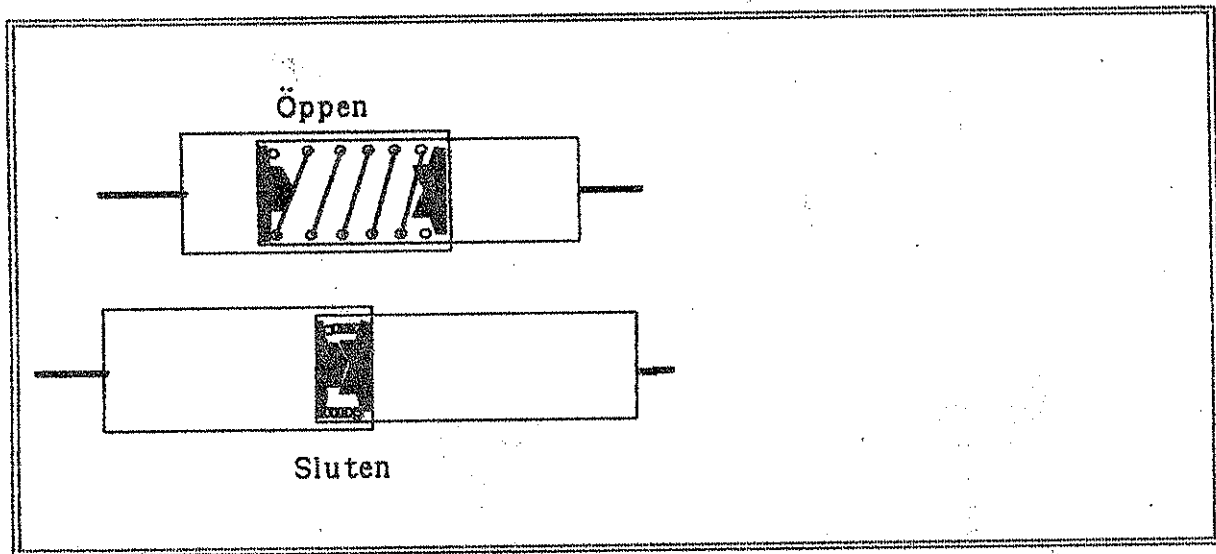
Figur 3:27

Givare för indikering av tillkopplat redskap. Mikrobrytarnas läge on-off indikerar via fem ledare numret (oktalt kodad) på anslutet redskap. Varje redskap har sin egen givare.

3.4.1.5.4 Givare för signal "närvaro" i förarsäte

Det händelseregistrerande systemet triggas av förarens närvaro i förarsätet. För att registrera denna närvaro/frånvaro har två givare provats i praktisk drift och ett tredje system (det senaste) har endast kunnat provas vid institutionen.

Först provades den typ av givare vilken används i bilsammanhang för att tända bilbältes-signalen. Denna givare, en dragbrytare med fjäderåtergång, klarade inte traktorsätenas injusteringsmöjligheter(vikt) fullt ut. Fjädringsvägen för stolen är för lång för givaren. Se figur 3:28.



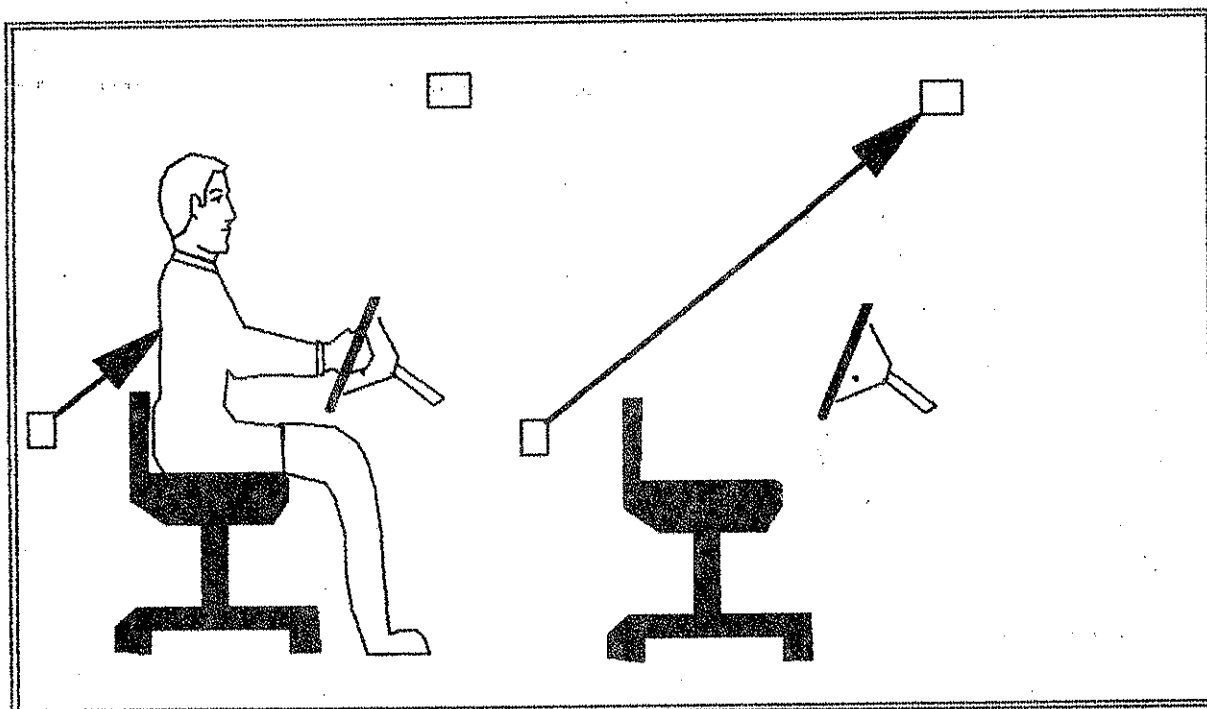
Figur 3:28 Dragströmbrytare från förarsäte med bilbälte. Slutande funktion.

Senare provades en typ av klämkontakt vilken ger kontakt vid belastning. Givaren placerades på förarsitsen och förarens tyngd i sitt-läge användes som belastning, se figur 3:29. Inte här heller kunde en tillförlitlig signal garanteras för alla typer av förare i praktiska situationer, speciellt vid arbeten med kraftuttagsdrivna redskap.- (Förare med låg vikt i kombination med kraftuttagsdrivet redskap och körhastighet ca 6-8 km/h i fält ledde till otillförlitlig signal.)



Figur 3:29 Sätessgivare som ger kontakt vid belastning.

Det tredje systemet utgörs av en ljusstrålegång samt en fotocell. Strålgången är bruten så länge föraren befinner sig i förarsätet. Strålgången är parallell med traktorns färdriktning, se figur 3:30.



Figur 3:30 Fotocell som placeras så att frånvaro från förarsätet markerar "avbrott". I figuren anges detta med en hel linje mellan fotocellens givare och mottagare.

3.4.2 Spänningsförsörjning och kablage

Spänningsförsörjningen till ett mätsystem är ofta en källa till problem. Nedan beskrivs hur problematiken lösts i detta projekt.

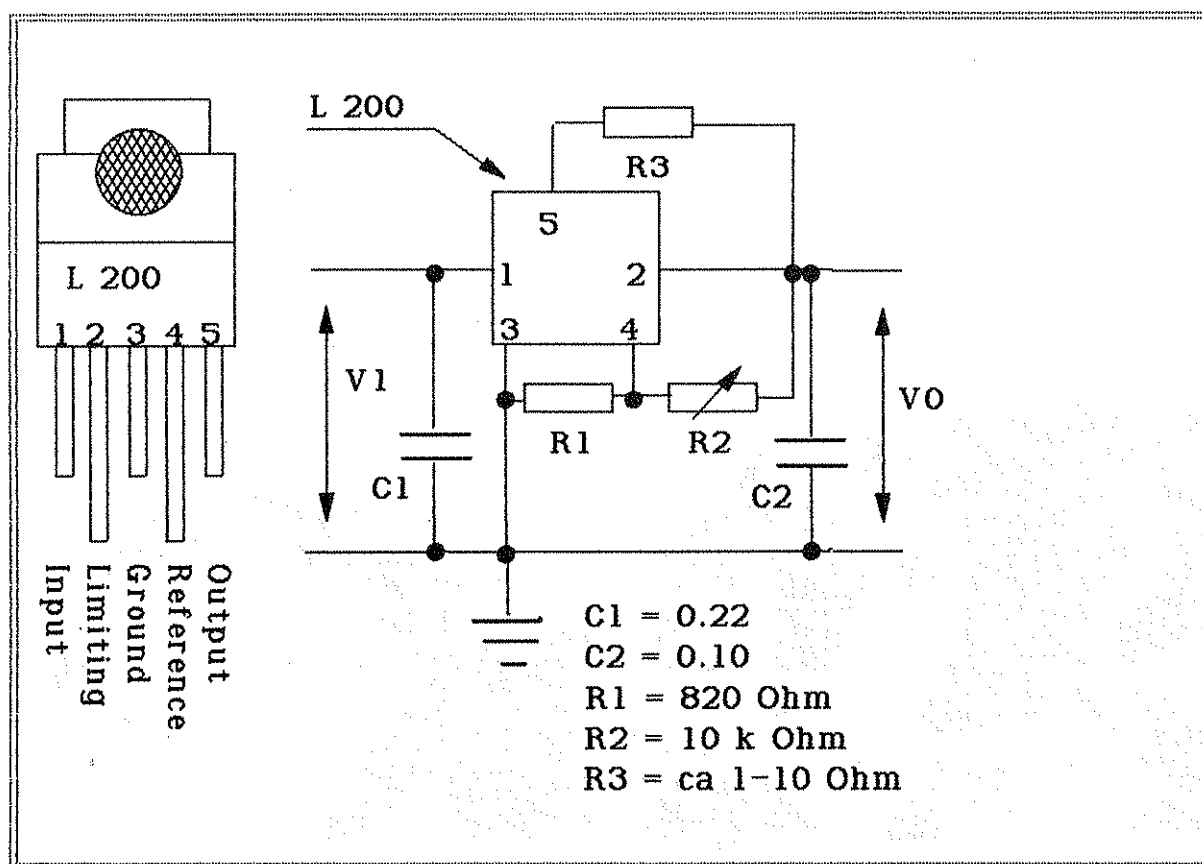
3.4.2.1 Spänningsförsörjning och spänningsregulator

Traktorer har normalt ett 12 V spänningssystem. Moderna traktorer har växelströmgeneratorer och kan ladda ca 850 W. Att mata och dimensionera mätsystemet för matning från ett 220 V system hade underlättat och ökat valfriheten bland komponenter. Dock ter det sig orealistiskt att utrusta en traktor med 220 V laddningsaggregat eller 12 till 220 V transformering dels därför att utrustningen tar plats, dels kräver den speciell skötsel. Fukt och stora temperaturskillnader ger likaledes problem. Här har valts att utnyttja traktorns ordinarie 12 V system.

För att minska effekter av "spikar" i spänningsförsörjningen samt spänningsfall i spänningsmatningen (t ex vid start) har mätsystemet försetts med ett eget litet accumulatorbatteri. Detta, ett motorcykelbatteri på ca 12 Ah, är parallellkopplat med traktorns ordinarie batteri och laddas av detta. Traktorns spänningskrets är förhindrad att ta ström från mätsystemet med hjälp av en kraftig diod.

Det lilla batteriet matar sedan de olika strömförbrukarna i mätsystemet. Loggern matas med 12 V och har egen spänningsregulator, liksom reglerstångsmätsystemet och bränslemätaren. HP-IL bandspelaren, Micronic 900, de olika induktiva givarna samt konstantströmmatningskretsen till 4-trädsmätningen av temperaturer matas samtliga via L200-spänningsregulatorkretsar, se figur 3:31.

Med 12 V matning kan denna krets ge från 2.85 till 9.45 V utspänning med justerbar (valbar) strömbegränsning 0-2 A.



Figur 3:31

L200-spänningsregulatorkrets med möjlighet till strömbegränsning. Vid spänningsmatning 12 V kan kretsen leverera en konstantspänning mellan 2.85 till 9.45 V beroende på valda resistanser, strömbegränsningen kan varieras mellan 0-2 A. (V_{ref} ca 2,77 V; V_{5-2} ca =0,45 V; $I_{0(max)} = (V_{5-2})/R3$; $V_0 = V_{ref} * (I * R2/R1)$ Ur ELFA-katalogen, 1984)

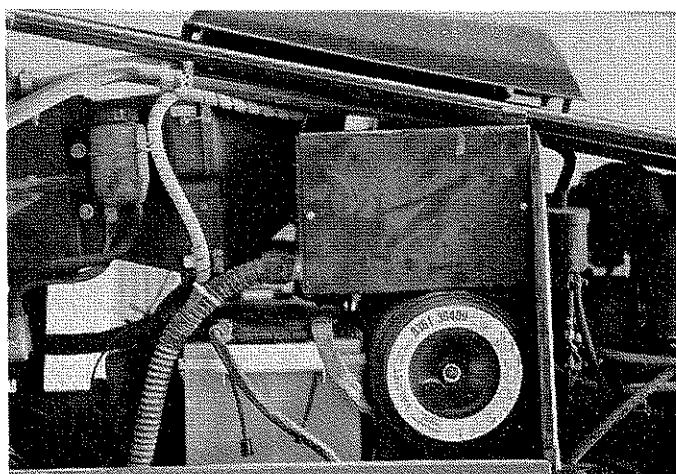
3.4.2.2 Kablage

Kablaget utgörs dels av ledare för 12 V och jordledningar, dels av ledare för mätsignaler och speciella matningsspänningar. 12 V och jordledare har dragits med vanlig 2.5 mm² fåtrådig ledare. Övriga ledare utgörs av parledare med tvinnade par och en folieskärm per par. Alla skärmar är jordade centralt i den ände som är närmast kopplingscentralen. Loggerns logiska jord hålls på övrig jordnivå. Skärmningen av signalledarna har valts i syfte att förebygga och minimera inverkan av pulsgivande komponenter samt av externa störkällor. Samtligt kablage är draget i pansrade slangar för att klara fysisk påverkan.

3.4.2.3 Monteringslådor

Speciella monteringslådor har färdigställts för placering av mätsystemets komponenter. Loggern har en egen låda och är däri upphängd i speciella instrumentdämpare. Kopplingsplintlådan med spänningsförsörjningskort mm är likaledes tät.

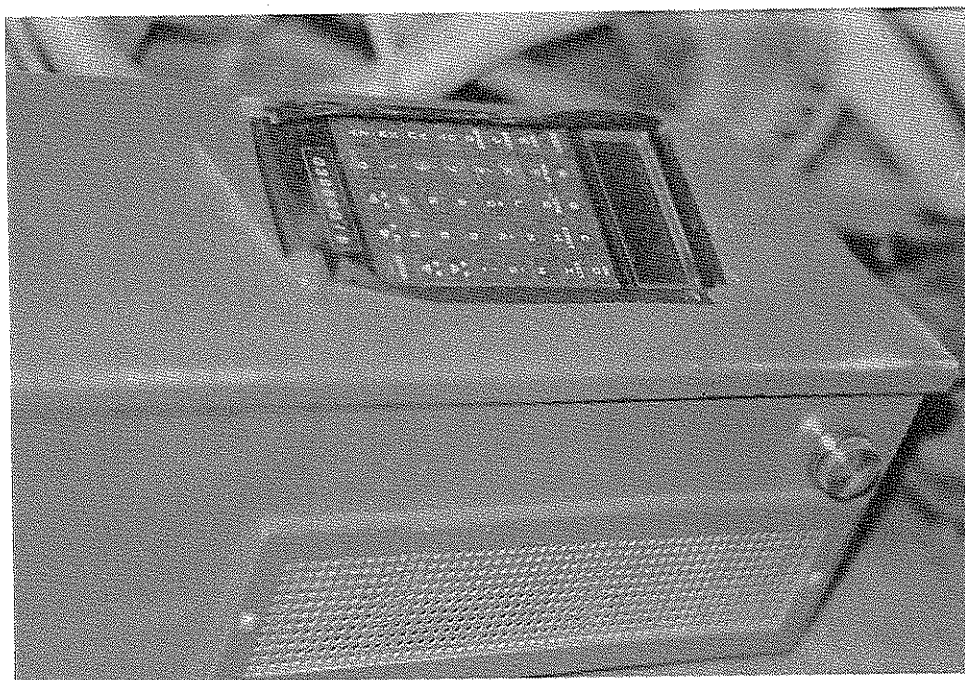
HP-41:an och HP-IL bandspelaren är placerade på cellplast i en övertrycksventilerad låda placerad i traktorhytten. Luften filtreras och övertryck upprätthålles med en fläkt för att undvika problem med damm och bandspelarens funktion.



Figur 3:32

Monteringslådor monterade på traktor. Figur 32 a visar monteringslådan som rymmer mätsystemets logger. Figur 3:32 b visar dels monteringslåda som rymmer spänningsförsörjning och kopplingskort, dels syns det lilla batteriet. Foto: författaren.

Locket till denna senare låda är specialutformat. I det är Micronic 900 fästad, så att traktorföraren kan se dess teckenfönster och en signallampa. Lampan påkallar förarens uppmärksamhet då han/ hon har att besvara frågor från programmet. Placeringen i mätlådans lock medger att föraren kommer åt att manövrera tangentbordet. Micronic 900 är standardmässigt försedd med ett vattentätt gummemembran-tangentbord.



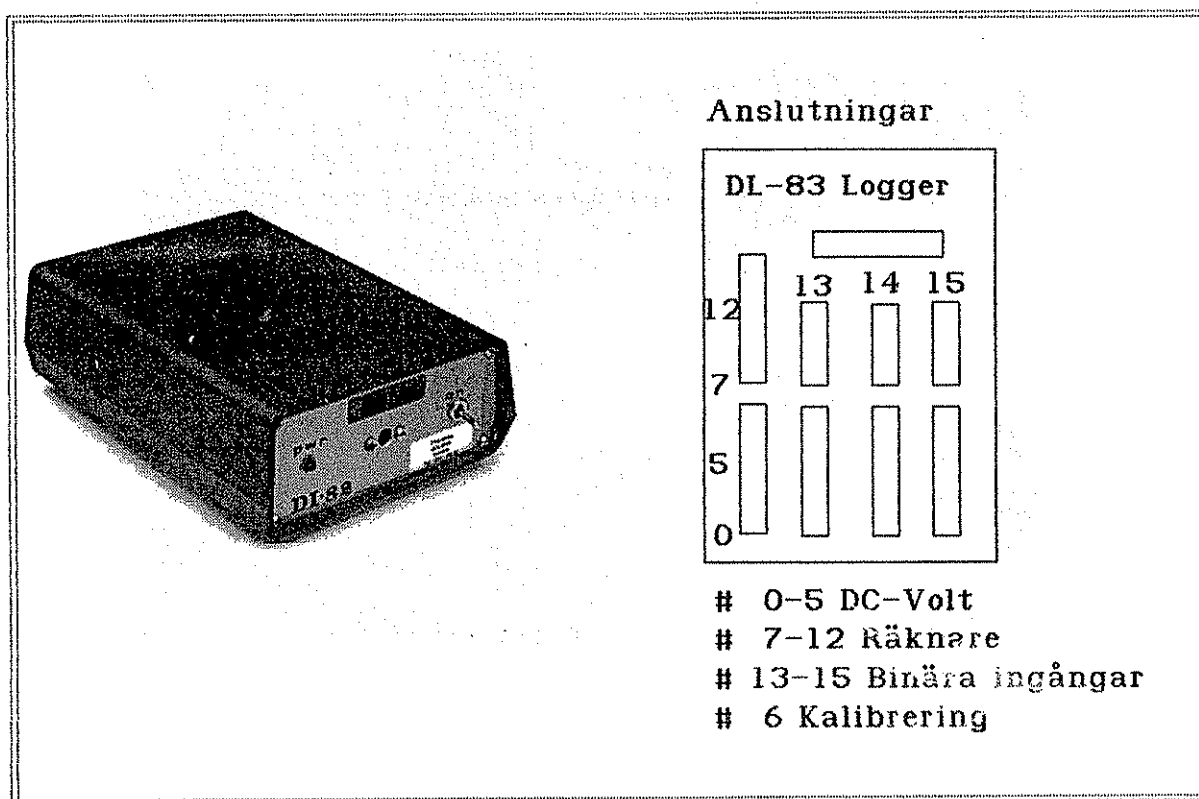
Figur 3:33 Monteringslåda för styrsystem. I figuren syns den låda som i sig rymmer HP-41 med bandspelare. I locket sitter det händelsestyrda systemets Micronic 900. Foto: författaren.

Filtreringen av luften sker igenom kasserade stordatorfilter eller filter till motorcyklar. Valet beror på utrymmestillgången hos respektive traktormärke.

3.4.3 Logger

En logger används för att mäta spänningar, räkna och registrera tillstånd samt för att hantera omvandlingen av dessa till mätetal, se figur 3:34. I detta fall valdes en batteridriven logger vilken är en specialutformad kommersiell logger med sex kanaler för spänningsmätning, sex kanaler med räknare och 45 ingångar för digitala tillstånd uppdelade på tre kanaler. Loggern hanteras helt mjukvarumässigt via ett HP-IL interface. (Thermius Electronics, 1983)

Vid mätning sändes uppgift om vald kanal (0-15) samt typ av mätning, kanalen triggas och mätning/avläsning sker. Det registrerade resultatet lagras i en utskriftsbuffer, vilken avläses med ett nytt kommando. Loggern har kommandon för av- och påslag av strömtillförseln. Loggern drivs med 12 V spänning och är försedd med ett eget litet laddningsbart batteri. Kanal nr sex används för kalibrering av voltmetern mot en intern spänning. Därvid nollställes samtliga räknare.



Figur 3.34 Mät-systemets logger. Sex kanaler för spänningsmätning (£0-5), sex kanaler med räknare (£7-12) och tre kanaler med binära ingångar, 15 per kanal (£13-15). Kanal sex (£6) är reserverad för kalibrering av voltmeteren samt nollställning av räknaringångarna.

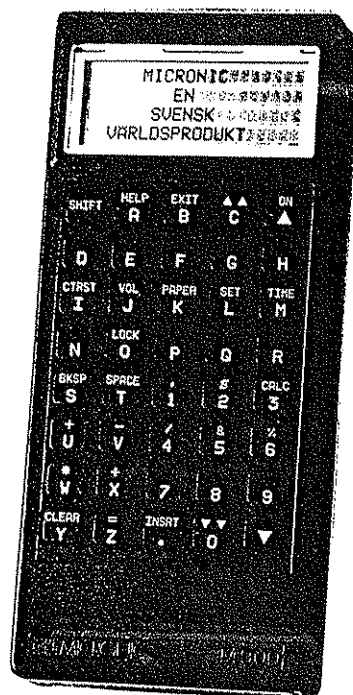
3.4.4 Mätkontrollenheter

De automatiska mätningarna styrs dels från Micronic 900, dels från HP-41 genom de tidigare i 3.3.1.1 resp 3.3.1.2 beskrivna programmen. Nedan ges en kort hårdvarumässig beskrivning.

3.4.4.1 Styrenhet för tidsdiskreta mätningar

För insamling av uppgifter av händelse-karaktär har en handterminal valts. Terminalen, en Micronic 900, har en egen processor, samt ROM- och RAM-minnen vilka rymmer program respektive data. Programmeringen sker på en IBM-PC med ett speciellt programutvecklingspaket. Programspråket är FORTH (Brodie, L., 1981) i en speciell version benämnd MICFOR.

Micronic 900 har ingångar/utgångar för triggersignal, skrivare mm, se figur 3:33. Insamlade data kan lätt överföras till andra datorer via ett RS-232-C kommunikationssnitt.



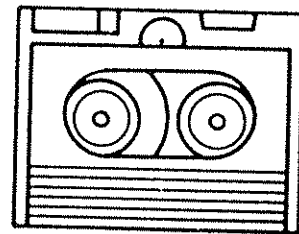
Figur 3:35 En Micronic 900 Handterminaldator.

3.4.4.2 Styrenhet för tidskontinuerliga mätningar

För styrning av insamlingen av traktordata valdes en handdator. Handdatorn en HP-41 CV, se figur 3:36, har en egen processor samt minnesutrymmen för ca 2 kB program. Processorenheten är av en lite speciell typ. Den arbetar nämligen med nybbels (4 bits ord). Kommunikationen med loggern sker via ett speciellt interface och protokoll. Interface och protokoll benämns HP-IL. Programspråket är av FORTH-liknande typ. Insamlade data lagras på band. Överföring kan sedan ske till andra datorer via ett HP-IL <--> RS-232-C interface.



Figur 3:36 HP-41 Handdator och HP-IL Interface (insticksmodul)



Figur 3:37 HP-IL Bandspelare med datakassett



Figur 3:38 HP-IL -- RS232C interface samt HP-IL -- HP-IB interface.

3.4.5 Lagringsmedium

Vid mätningarna uppkomna data mellanlagras först i handdatorns internminne och överförs vid avläsningscykelns slut till en fil. För tidskontinuerliga data innebär detta överföring till minidatabandkassetter och för automatiskt insamlade tidsdiskreta data en överföring till en elektronisk RAM fil. Manuellt insamlade data mellanlagras på papper. Vad gäller den permanenta lagringen se 3.4.5.2.

3.4.5.1 Lagring på mätplatsen

Frekvensbundet data lagras i en fil på en datakassett. Inlagringen är strukturerad i poster om 16 element. Varje element består av ettdera sex ASCII-tecken (I HP's 256 teckensystem, Hewlett-Packard, 1979) eller ett reellt tal med max sex decimalsiffror (+- 999999.999999 E 99). Filen rymmer totalt 987 poster, vilka vid start alla innehåller nollor. Filen har en storlek av 127 kByte. (se figur 3:7 ovan)

Av dessa 987 poster är de första två reserverade för fil- och postinformation. Sålunda återstår 985 poster för data. Vid en avläsningsfrekvens av:

1 post/minut, klarar filen	16,4 timmar
2 poster/minut "	8,2 timmar
3 poster/minut "	5,4 timmar.

Bandet har kapacitet för ytterligare några data. Detta utrymme har dock lämnats för alternativ användning, omfattningen är ca 0,4 kByte.

3.4.5.2 Långtidslagring

För lagringen av uppmätta data i stordatormiljön används halvtumsband på 10,5 tums spole. Packningstätheten är 1600 bpi. Lagringsformatet är standard VAX/VMS BACKUP-format (Digital, 1984) samt HP-1000 standard "store(ST)"-format (Hewlett-Packard, 1981), vilket innebär att data är lagrat på ett sådant sätt att varje fil (=mättag) är åtkomlig selektivt med hjälp av standardiserade kommandon från program skrivna i resp SAS och MIMER.

3.5 KALIBRERING

Den framtagna mätutrustningen fordrar kalibrering. Redan tidigare har vi stött på att PT-100 givarna måste kalibreras. Detta gäller även för flera andra givare. I vissa stycken blir kalibreringen omfattande övningar i sig, t ex motorbromsning.

3.5.1 Kalibrering av givare

De olika givarna kalibreras vid montering och inför varje mätsäsong.

De induktiva givarna för registrering av växellägen justeras och kontrolleras så att de ger avsedd signal utan att ge felsignal vid vibrationer.

De varvräknande givarna kontrolleras vad avser antalet pulser per varv och signalstyrkan i pulsen. För femte-hjul/framhjul respektive bakhjul tillkommer prov för registrering av antalet pulser per 100-meters mätsträcka på asfalt.

Temperaturgivarna av PT-100 typ kalibreras mot vatten/is blandning vid 0 grad Celsius vad avser T_0 -resistansen.

Lägesgivaren för reglerstängsläge kalibreras in så att dess utslag ligger i intervallet 0-5 volt.

Inför tolkningen av effektuttag via avgastemperatur respektive reglerstäng så genomförs en provbromsning av mättraktorn i bromsbänk (kraftuttagsbromsning) hos Statens maskinprovningar (SMP) i Uppsala.

3.5.2 Funktionsprovning av mätsystem

Hela mätsystemet funktionsprovas innan det avlämnas till lantbrukaren för en driftsäsong. Det är tre driftsäsonger per kalenderår: vår-, sommar- och höstsäsong.

Till detta kommer enklare funktionsprov vid de besök som sker på mätgårdarna. Bl a kontrolleras växelgivare och klockan/datum.

4 MÄTSYSTEMETS PRECISION

4.1 INLEDNING

Mätförfarandet kan karaktäriseras som en modifierad frekvensstudie med konstant tidssteg. Avvikelsen från en vanlig frekvensstudie ligger i att observationerna inte fördelas slumpmässigt på tidsaxeln utan observation sker med ekvidistanta tidssteg. Varje tidssteg etiketteras med datum och klockslag(realtid). Vidare används ett etiketteringssystem med tillhörande tidsstämpling av information från föraren (det tidsdiskreta mätsystemet).

För mätsystemet som registrerar tidskontinuerliga storheter gäller att observationsögonblicken är distinkta och oberoende av (okorrelerade till) operatör och det pågående arbetets art.

I det tidsdiskreta mätsystemet sker en interaktion med operatören. De sk triggingsögonblicken för avbrott registreras helt automatiskt. Operatören anmodas ange arten på avbrottet efteråt. För att minska risken för sk "glidning" har tid för att avgöra arttillhörigheten för avbrottet inte inkluderats i avbrottstiden.

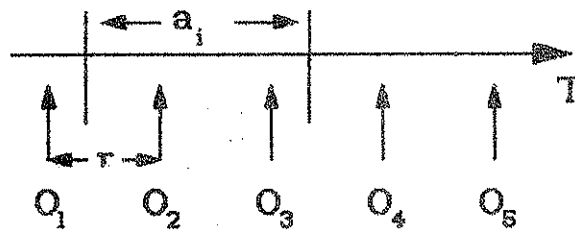
Någon möjlighet att anordna automatisk trigging av tidpunkter för byte av arbetsoperation har inte kunnat ske inom projektets kostnadsram. Här är studiematerialets giltighet knutet till respektive operatörs välvilja. "Glidning" kan därför inte undvikas.

Registrerade data är tack vare tidsetikettering sorteringsbara i realtidsordning. På så vis liknar frekvensstudien en klockstudie där klockans tidsindelning överensstämmer med tidssteget. Tidsetiketten fungerar som nyckel till data via vilken komplexa relationer kan ledas vid utvärderingen av data.

Tidsetiketteringen medför vidare att mätvärden och registrerade händelser från de fysiskt skilda systemen kan sorteras rätt. Även vissa orimligheter korrigeras pga redundans. Observera att sampling sker varje minut, vikningsdistorsion kan därmed uppträda under vissa förutsättningar.

Frekvensstudiens tidssteg på en minut kan medföra komplikationer då variabeln som studeras inte är slumpmässig. Förekomsten av variabeln kan skattas korrekt förutsatt att sannolikheten för respektive variabeltillstånd är rektangulärfördelad, samt då starttidpunkten för variabelns tillstånd och avläsningsfrekvensen är okorrelerad, se figur 4:1 nedan.

Samtliga här studerade variabeltillstånd kan anses vara slumpmässigt rektangulärt distribuerade. Avläsningsfrekvensen kan anses vara okorrelerad till starttidpunkten för tillstånden som registreras.



Där:

T	realtidsaxeln
a_1	tidsutdräkt för tillstånd a_1 hos variabel A
O_i	observationstillfälle i
τ	tidssteg mellan observationer, här 1 minut
r	skillnaden mellan τ och a_1 efter heltalsdivision av a_1 med τ , $(0 \leq r < \tau)$

För korrekt mätning och tolkning med här använd metod krävs,

när $a_1 \geq \tau$:

att observationstillfällenas placering är slumpmässig i förhållande till början av tillståndet a för variabeln A

eller
samtidigt att r är rektangulärfördelad mellan 0 och τ

att starttidpunkten för variabelns tillstånd a och avläsningsfrekvensen är okorrelerad

när $a_1 < \tau$ kan korrekt frekvensfunktion erhållas,

då observationstillfällenas placering är slumpmässig i förhållande till början av tillståndet a för variabeln A och antalet observationer är tillräckligt stort

Figur 4:1 Detalj av tidsstudie.

Nedan redogörs för den precision och noggrannhet med vilken mätförfarandet skett (reliabilitet). Validiteten och representativiteten i studien bedöms till sist.

4.2 RELIABILITETEN I MÄTGIVARE FÖR TIDSKONTINUERLIGA STORHETER

Registreringen av de tidskontinuerliga storheterna sker på flera sätt. Nedan redogörs för de tillämpade förfaringssättens precision genom studie av maxfel.

4.2.1 Tidmätningen

All datainsamling sker med hjälp av en intern klocka i HP-41. Klockan har kristallstyrning med kristallfrekvensen 10240 Hz. Precisionen är angiven till 0,01 s vid normal användning. Noggrannheten är angiven till 50 ppm per dygn vid normal användning inklusive åldrande.

HP-41:an drivs med vanliga alkaliska batterier. Batteribyte har skett ungefär var tredje månad. Vid detta batteribyte har klockan justerats mot mätledarens klocka vilket kan ha gett ett fel gentemot soltid, men har inte resulterat i sämre precision. Klockan har förutom tidsuppgiften även lämnat besked om aktuellt datum. Klockan har justerats vid växling mellan normaltid och sommartid.

En alarmfunktion i kalkylatorn har utnyttjats för att starta varje avläsning. Det är denna alarmfunktion som ser till att tidssteget blir ekvidistant. Alarmet är ekvidistant på en 0,01 sekund när eller bättre.

Felet i tidmätningen i HP-41 blir maximalt klockans gångprecision + noggrannhet + alarmets gångprecision:

$$\left| \frac{\Delta z_{t_{HP-41}}}{z_{t_{HP-41}}} \right|_{\max} = \left| \frac{\Delta \alpha_t}{\alpha_t} \right| + \left| \frac{\Delta \beta_t}{\beta_t} \right| + \left| \frac{\Delta \delta_t}{\delta_t} \right|$$

$$= 0,02$$

[4. 1]

4.2.2 Arbetshastighet

Redskapskombinationens resulterande arbetshastighet utgör en kontinuerlig variabel vars frekvensfunktion snarare är en lognormal eller gammafunktion (med $a=0$) än en normalfördelning. (en χ^2 -fördelning är även den tänkbar.)

Arbetshastigheten bestäms genom att tillryggalaggd sträcka per tidssteg uppmäts. Denna sträcka mätes på följande sätt: (gäller även höger bakhjul)

Ett luftgummihjul får rotera mot marken. Varje helvarv är indelat i likstora sektorer. Varje sektor ger upphov till en puls när ett referensläge passeras. Varje puls representerar därmed en cirkelbåge med bestämd längd. Cirkelbågens längd beror dels på antalet sektorer per varv, dels på hjulets rotationsradie.

Beträffande antalet sektorer per varv så utgör detta en konstruktionskonstant för varje sträckmätande hjul enligt nedanstående tabell:

45 pulser per varv för sträckmätande, ej drivet framhjul
 25 resp 45 pulser per varv sträckmätande, 5:e hjul
 152 pulser per varv för sträckmätande, drivet höger bakhjul

Systemets förmåga att detektera de binära tillstånd som en puls representerar leder till felet 1 puls per räknecykel. Räknecykeln inleds vid mätningarnas start och avslutas vid mätningarnas slut varje dag. Dock gäller samma storleksordning på felet vid utnyttjande av information från varje enskilt tidssteg. Adderas tidsstegen kommer totalfelet att minska asymptotiskt mot mätthjulets fel.

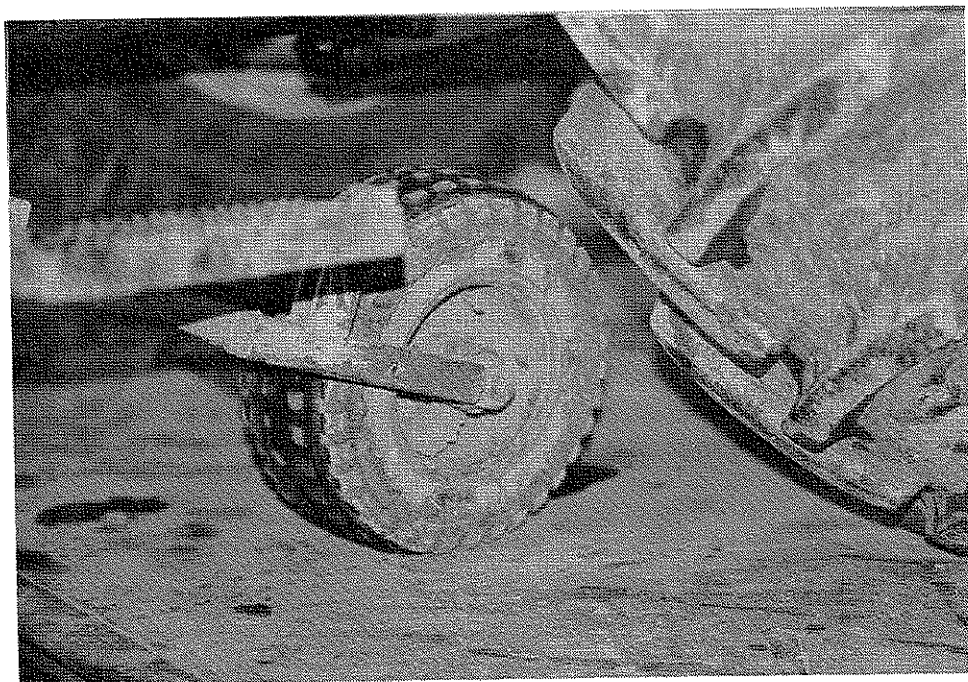
Ingen registrering av rotationsriktning sker. Detta innebär att hjulet kan ha roterat i båda riktningarna under ett tidssteg.

Cirkelbågens längd dvs körd sträcka för varje puls definieras av hjulets beteende i praktiken samt antalet pulser per hjulvarv.

Traktorernas luftgummihjul deformeras pga belastning, konstruktion och lufttryck. Av samma anledningar deformeras marken under däckets. Markens bärighet varierar främst med jordart och aktuell vattenhalt.

Hjulets rätta rotationsradie är relaterad till bl a dessa faktorer och är därför inte konstant under rotationen.

Här används en kalibrerad hjulradie. Hjulradien har bestämts genom försök på asfalt. 15 upprepningar av färd ca 100 meter har genomförts med varje mättraktor. Färdsträcka och antal pulser registrerades och därur beräknades hjulradien. Figur 4:1 nedan visar hur ett 5:e hjul kan ta sig ut, notera skillnaden i radie mellan mätthjulet och bakhjulet.



Figur 4:2

Exempel på hur ett 5:e hjul kan ta sig ut i praktiken. Foto: författaren.

Med 15 upprepningar erhöles följande resultat

	Sträcka [m]	Pulser [st]	
		5:e hjul	Höger bakhjul
Medelvärde	104,25	2106,33	3345,53
Max avvikelse	0,05	2,0	2,0
Standardavvikelse	0,04	1,18	0,74
Var.koeff.	0,041	0,056	0,022
Radie [m]		0,197	0,754
Pulser per löpmeter ¹	1	20,2 ± 0,02	32,09 ± 0,02

Figur 4:3

Bestämning av hjulradier. En mätutrustad traktor fick 15 gånger fara en viss mätsträcka. Pulser från hjulgivarna registrerades liksom körd sträcka. Härur beräknas respektive hjulradie.

En förändring av radien (r) ger följande cirkelbågesförändring (CBF) på ett bakhjul.

$$CBF_{bak} = \left(2\pi \frac{\Delta r_{bak}}{152} \right)$$

[4. 2]

Dvs om hjulradien på bakhjulet minskas 30 mm så kommer längdmätningen att underskatta en 104,25 meterssträcka med (ah=) 4.15 0.03 m. Detta fel är av integrerande typ. Radieförändring uppkommer tex vid plöjning där tyngdöverföring från plogen sker vilket indikerar att radien egentligen varierar kontinuerligt över tiden. Motsvarande för hastighetsmätande framhjul respektive 5:e hjul är vid samma procentuella radiefel 1,80 meter respektive 1,01 meter

¹ Pulser per löpmeter anges med antagandet att mätning sker på så sätt att avläsning av pulsräknaren sker var 100:e meter.

Pulserna räknas kontinuerligt av en av loggerns räknare. Avläsning av räknarens innehåll sker en gång per minut. Felbidraget kan därmed sättas till en puls för varje tillämpat avläsningsintervall. Detta felbidrag är konstant, varför totalfelet vid långa avläsningsintervall asymptotiskt närmar sig mät Hjulets fel. Då antalet pulser här beräknas som skillnaden mellan två avlästa värden blir felet 2 pulser.

Felet vid arbetshastighetsbestämningen kan sättas till fel i sträckmätning + fel i pulsräkning med antaget pulsräkningsintervall 1 min och pulsfrekvens motsvarande 30 km/h (10100 pulser per minut) + fel i hjulradie.

$$\left| \frac{\Delta v_{ah}}{v_{ah}} \right|_{\max} = \left| \frac{\Delta \alpha_{ah}}{\alpha_{ah}} \right| + \left| \frac{\Delta \beta_{ah}}{\beta_{ah}} \right| + \left| \frac{\Delta \delta_{ah}}{\delta_{ah}} \right|$$

$$= 0,07$$

[4. 3]

4.2.3 Slirning

Slirningen utgör här skillnaden mellan arbetshastigheten och höger bakhjulshastighet.

Reliabiliteten för slirningen kan ses i analogi med arbetshastigheten. Till felet i arbetshastigheten kommer felet i arbetshastighetsmätningen för bakhjulet. Vid 30 km/h ger bakhjulet 16045 pulser per minut.

$$\left| \frac{\Delta z_{slir}}{z_{slir}} \right|_{\max} = \left| \frac{\Delta (z_{ahbak} + z_{ah})}{z_{ahbak} + z_{ah}} \right| + \left| \frac{\Delta z_{ah}}{z_{ah}} \right|$$

$$= 0,045 + 0,05$$

$$= 0,095$$

[4. 4]

4.2.4 Temperaturmätning

Temperaturmätning sker på två sätt, nämligen antingen med hjälp av PT-100 element vilka kalibreras enskilt i 0-gradigt is-vatten, eller med ett termoelement för avgasmätning.

Termoelementets ena lödställe är monterat mekaniskt tillsammans med en PT-100 givare. Båda sitter i traktormotorns luftintag. Termoelementet matas via en konstantströmkrets vars felbidrag kan sättas till. Den avlästa spänningen används för beräkning av avgastemperaturen. I beräkningen ingår kalla lödställets skattade absoluttemperatur via PT-100 elementet samt en korrektion för aktuell spänning över strömmatarkretsen.

PT-100 elementen i studien är kapslade i rostfritt stål och har en responstid på 3 s för 0,5 o K. Varje givare har kalibrerats i 0-gradigt isvatten. Dessa givarspecifika konstanter nyttjas vid beräkningarna. Formlerna för beräkning av temperatur bidrar med ett fel på.

Totalfelet kan för PT-100 givaren för bränsletemperatur skattas till kalibreringsfel + spänningsmättningsfel + beräkningsfel.

$$\left| \frac{\Delta Z_{PT100_{br}}}{Z_{PT100_{br}}} \right|_{\max} = \left| \frac{\Delta \alpha_{T_{br}}}{\alpha_{T_{br}}} \right| + \left| \frac{\Delta \beta_{T_{br}}}{\beta_{T_{br}}} \right| + \left| \frac{\Delta \delta_{T_{br}}}{\delta_{T_{br}}} \right|$$

$$= \frac{1}{100} + \frac{0,001}{1} + \frac{1}{100}$$

$$= 0,02$$

[4. 5]

Felet vid avgastemperaturmätningen med ett Chromel-Alumel termoelement kan skattas till fel i referenttemperaturen + kalibreringsfel + spänningsmättningsfel + beräkningsfel.

$$\left| \frac{\Delta Z_{avgas}}{Z_{avgas}} \right|_{\max} = \left| \frac{\Delta Z_{PT100_{taft}}}{Z_{PT100_{taft}}} \right| + \left| \frac{\Delta \alpha_{avgas}}{\alpha_{avgas}} \right| + \left| \frac{\Delta \beta_{avgas}}{\beta_{avgas}} \right| + \left| \frac{\Delta \delta_{avgas}}{\delta_{avgas}} \right|$$

$$= 0,02 + \frac{1}{100} + \frac{0,001}{1} + \frac{1}{100}$$

$$= 0,04$$

[4. 6]

4.2.5 Bränslemätning

Bränslet mäts medelst volymmätning. Varje puls från mätaren motsvarar en milliliter bränsle. Pulserna räknas kontinuerligt av en av loggers räkare. Avläsning av räknarens innehåll sker en gång per minut.

Volymmätningen sker med hjälp av en ovalhjulsmätare med precisionen 0,1 % av maxflödet 40 liter/h, dvs 0,04 l/h. Noggrannheten kontrolleras vid provbromsningarna och SMP:s bränslemätare används som normal respektive vid kalibreringsprov.

Volymmätningen avses att korrigeras för temperatur (z_{Tbr}), och därefter transformeras till massflöde. Beräkningens felbidrag kan skattas till δ_{br} .

Pulserna räknas kontinuerligt av en av loggers räkare. Avläsning av räknarens innehåll sker en gång per minut utan nollställning. Felbidraget kan därmed sättas till en puls (ml) för varje tillämpat avläsningsintervall. Totalfelet vid långa avläsningsintervall närmar sig därför asymptotiskt bränslemätarens mätfel.

Vid bränsleförbrukningen 14 liter/h (233,33 pulser per minut) och 15 grader Celsius kan felet beräknas till:

$$\left| \frac{\Delta z_{br}}{z_{br}} \right|_{\max} = \left| \frac{\Delta z_{PT100br}}{z_{PT100br}} \right| + \left| \frac{\Delta \alpha_{br}}{\alpha_{br}} \right| + \left| \frac{\Delta \beta_{br}}{\beta_{br}} \right| + \left| \frac{\Delta \delta_{br}}{\delta_{br}} \right|$$

$$= 0,02 + \frac{0,001}{40} + \frac{1}{100} + \frac{1}{233,33}$$

$$= 0,034$$

[4. 7]

4.2.6 Reglerstängslägesgivaren

För att studera effektuttaget ur motorn har reglerstängens läge mätts. Läget har kunnat bestämmas genom användande av i 3.4.1.5.1 beskrivna givare.

Läget överförs mekaniskt till givarens rörliga mätkropp. Läget hos denna registreras elektriskt, signalen förstärkes och omvandlas till en spänning vilken loggas. Flera steg till fel finns. De mekaniska skattas till 2 %, de till mätgivaren kopplade felen skattas till 1 %, felet i spänningsmätningen till 1 % av maxutslagen.

För tolkning av reglerstängsläget bromsas traktor med mätgivare i bromsbänk. Upptagen kurva av effekten som funktion av reglerstängslägesspänningen används som kalibreringskurva för tolkning av momentan motoreffekt vid visst motorvarv.

Felet i reglerstängslägesgivaren skattas till:

$$\left| \frac{\Delta z_{regler}}{z_{regler}} \right|_{\max} = 0,04$$

[4. 8]

4.2.7 Motorvarvtal

Vevaxelns rotation registreras av en induktiv givare.

Beroende på traktor erhålles två eller tre pulser per varv. Pulserna räknas kontinuerligt av en av loggerns räknare medan avläsning av räknarens innehåll sker en gång per minut. Upplösningen är 1/2 respektive 1/3 dels varv, dvs felet i en puls. Observera att det är det verkliga antalet pulser under stegtiden (här 1 minut) som adderas i räknaren. Ingen nollställning av räknaren sker vid avläsning. Traktorerna har haft tomgångsvarv strax över 12,5 r/s (750 rpm).

Felet i motorvarvsbestämningen kan beräknas till:

$$\left| \frac{\Delta z_{varv}}{z_{varv}} \right|_{\max} = \left| \frac{\Delta \alpha_{varv}}{\alpha_{varv}} \right|$$

$$= 0,001$$

[4. 9]

4.2.8 Tillståndsgivare

Växellägen, redskapskod samt övriga registrerade binära tillstånd avläses vid samplingstillfället och utgör därmed en ren frekvensstudie.

En givare finns för varje växel. Vissa indikationer från givarna är därmed fysiskt uteslutna. Redundansen i datainsamlingen är däremot inte fullständig genomförd, varför t ex bortfall av en givare ej entydigt kan avslöjas av insamlat data. Funktionskontroll av givarna har utförts vid gårdsbesöken.

Elektrisk kodning av tillkopplat redskap har använts. Metoden fordrar medverkan av traktorföraren vid tillkoppling av redskap. Redskapsanvändningen framgår även i av föraren förda journaler.

$$\left| \frac{\Delta z_{\text{m}}}{z_{\text{m}}} \right|_{\text{max}} = \left| \frac{\Delta a_{\text{m}}}{a_{\text{m}}} \right| \approx 1$$

[4.10]

Felet kan uppgå till ett dvs att givaren falerar. Vid de regelbundna funktionsprov som utförts under projektets gång har endast vid ett tillfälle en växelindikering förlorats.

4.3 RELIABILITETEN I MÄTGIVARE FÖR TIDSDISKRETA DATA

För klassindelning av avbrott och för typbestämning av arbetets art har föraren instruerats att föra journal och senare även avkrävts information via en kompletterande realtids datainsamling.

Föraren har avkrävts att via en datainsamlare lämna uppgift om växlingen av arbetsopetation respektive växling av geografisk ort för arbetet. Vidare har han/hon avkrävts ett svar på frågan "Vad är orsaken till avbrottet?", varje gång förarplatsen lämnats mer än 20 sekunder.

4.3.1 Tidmätningen

All datainsamling sker m h a en intern klocka i MICRONIC 900. Klockan har kristallstyrning med kristallfrekvensen 32.768 kHz. Precisionen är angiven till 0,01 s vid normal användning. Noggrannheten är angiven till 50 ppm per dag vid normal användning inklusive åldrande.

MICRONIC 900 drivs av laddningsbara batterier. Batteriladdning sker kontinuerligt via traktorns elsystem. Vid de regelbundna gårdsbesöken för byte av band har klockan kontrollerats/ justerats mot mätledarens klocka vilket kan ha gett ett fel gentemot soltid, men har inte resulterat i sämre precision. Klockan har förutom tidsuppgiften även lämnat besked om aktuellt datum. Klockan har justerats vid växling mellan normalt看 och sommartid.

Realtidsklockan avläses vid två typer av händelser dels vid trigging från förarsätet, dels vid manuell trigging via tangentbordet. Felet i triggingen kan antas vara på 0,01 sekund när eller bättre.

Felet i tidmätningen blir maximalt klockans gångprecision + noggrannhet + triggnings fel:

$$\left| \frac{\Delta x_{t_{\text{Microtic}}}}{x_{t_{\text{Microtic}}}} \right|_{\max} = \left| \frac{\Delta \alpha_t}{\alpha_t} \right| + \left| \frac{\Delta \beta_t}{\beta_t} \right| + \left| \frac{\Delta \delta_t}{\delta_t} \right|$$

$$= 0,02$$

[4.11]

Växlingar i arbetsoperation är inte trivialt att automatiskt dataregistrera. Här har en metod med förarkontrollerad insamling nyttjats. Den förutsätter att föraren robotlikt kan besvara ställda frågor. Svarsfrekvensen får ändå bedömas som god, bl a på grund av urvalet.

4.3.2 Avbrottsregistrering

Avbrottshanteringen har en högre tillförlitlighet för här finns det en chans till att automatiserat framtvinga ett svar. Kvalitet/n blir som ovan avhängigt förarens välvilja. Svarsfrekvensen bedöms som god. 625

Både operations- och avbrottsregistreringen kräver interaktion med föraren. Kvaliteten och säkerheten i dessa uppgifter kan därför ifrågasättas på samma sätt som alla andra studier med frivilligt uppgiftslämnande.

Här nyttjas data främst till indikering av storleksordningar och sekvenser. Antalet operatörer är i vilket fall som helst för lågt för att medge en annan tolkning.

4.4 RELIABILITETEN I MANUELL REGISTRERING

All manuell registrering har skett genom författerens egen försorg. Genom intervjuer vid personliga besök hos lantbrukarna har uppgifterna registrerats på papper och därefter överförts till MIMER-databasen.

4.5 RELIABILITETEN I MÄTFÖRFARANDET

Frekvensstudier med fasta observationsintervall (sk Grupp- Tid-Teknik, GTT) ställer vissa krav på det material som studeras. Vid vanliga frekvensstudier slumpas observationstillfällena över tiden varför vanliga statistiska metoder kan användas för bestämning av metodmätfel (Ingeniörsvetenskapsakademien, 1965 och Graham, L., Hertz, H., 1971).

GTT- metoden medger även den att skattningar av mätfelet kan göras statistiskt, men då krävs att det observerade materialet kan tillskrivas vissa egenskaper.

Nedan redogörs för GTT- metodens statistiska mätfel.

För GTT-metodens tillämpning måste man kunna anta (se även figur 4:1):

och/eller att observationstillfällenas placering är slumpmässig i förhållande till begynnelse-tidpunkten för den studerade variabeln. Observationstillfälle och variabel skall ha okorrelerade frekvenser,
att längden av tidresten, vid heltalsdivision av variabelns varaktighet och tidsteget mellan observationstillfällena, är rektangulärfördelad mellan 0 och tidstegets längd. Observationstillfälle och variabel skall ha okorrelerade tidssteg.

I de variabler vilka studeras i denna studie kan båda villkoren anses vara uppfyllda.

4.5.1 Beteckningar

Inför följande beteckningar till mätfelsberäkningen:

- | | |
|----------|--|
| A = | Variabel på tidsaxeln som studeras |
| T = | Total observationstid |
| N = | Totalt antal observationer under T |
| n = | Antal observationer på variabeln A |
| τ = | Det ekvidistanta tidsteget mellan observationerna
($T = N * \tau$) här 1,00 minuter |
| q = | Verkligt (här antaget) antal gånger A förekommer per timme i medeltal |
| x = | Medelantalet observationer $\left(x = \frac{60}{q \cdot \tau} \right)$ |
| a_i = | Enskilt värde på variabeln A |
| p = | Den sökta, relativa frekvensen för variabeln A under studietiden ($P = 1/T \sum a_i$) |
| P = | Tidprocent $P = 100 * p$ |
| p = | Mätvärdet enligt studien på p, alltså $p = n/N$ |
| Z = | Mätfel |
| z = | Riskenivå |
| r = | Tidresten där $a_i = k_i * \tau + r$ och k_i ett heltal ≥ 0 ,
r förutsättes vara rektangulärfördelad mellan 0 och τ . |

Observera att här är tidssteget $\tau = 1,00$ minuter $\Rightarrow T = N$ minuter

4.5.2 Måtfelsberäkning för mätmetoden

Med ovanstående antaganden och symboler tecknas:

Måtfellets medelvärde

$$= \int_0^{\tau_0} \left[\left(1 - \frac{r}{\tau_0} \right) \cdot r + \frac{r}{\tau_0} (r - \tau_0) \right] \cdot \frac{1}{\tau_0} \cdot dr$$

$$= 0$$

[4.12]

Måtfellets varians

$$= \int_0^{\tau_0} \left[\left(1 - \frac{r}{\tau_0} \right) \cdot r^2 + \frac{r}{\tau_0} \cdot (r - \tau_0)^2 \right] \cdot \frac{1}{\tau_0} \cdot dr$$

$$= \frac{\tau_0^2}{6}$$

[4.13]

Mätvärdet för summan av alla tider A under studien

$$= \frac{n}{N} \cdot T$$

[4.14]

Det antal gånger variabeln A förekommer under studietiden T beräknas:

$$q \cdot \frac{T}{60} = \frac{N}{x}$$

[4.15]

Antalet förekomster beror på det variabelbundna q . Nedan åskådliggörs effekten av varierad storlek på q , se figur 4:4.

Variansen för summatiden kan nu tecknas som,

$$\text{Var}\left(n \cdot \frac{T}{N}\right) = \frac{N}{x} \cdot \frac{\tau_0^2}{6}$$

[4.16]

Skattningen av den sökta procentuella frekvensen P av tiden A kan tecknas,

$$\hat{P} = 100 \cdot \frac{n}{N}$$

[4.17]

Standardavvikelsen för P kan skattas med,

$$\hat{\sigma}_P = \frac{100}{\sqrt{6}} \cdot \sqrt{\frac{1}{N \cdot x}}$$

[4.18]

Med konfidensgraderna

95 % pz5 = risknivå 5 % = 1,96

99 % pz1 = risknivå 1 % = 2,58

Mätfelet Z vid olika konfidensgrader z tecknas,

$$Z = p_z \cdot \hat{\sigma}_P$$

[4.19]

Storleken på Z avgörs av storleken på x respektive N och är därmed beroende av arbetsoperation och variabel, se figur 4:4.

Önskvärt antal observationer vid vald konfidensgrad kan sedan beräknas till,

$$N = \frac{6660}{x \cdot z^2}$$

[4.20]

4.5.3 Mätfelets numeriska storlek

I denna studie varierar storleken på N med den arbetsuppgift som studeras, tex plöjning på skifte 1. Beroende av skiftets areal och redskapets arbetsbredd samt använd arbetshastighet kommer storleken på N att variera. Detta för lantbruket normala förhållande ställer utökade krav på användaren av data insamlat med GTT-metoden. Användaren måste beakta storleken på N speciellt så att inte mätmetodens fel ökar oacceptabelt mycket.

N kan bestämmas till att omfatta en arbetsdag á 8 h, $N = 8 \cdot 60 = 480$.

N kan även bestämmas till att omfatta en odlingsperiod, t ex hela vårbruket. N är då approximativt, $N = 60 \text{ min } 10 \text{ h } 6 \text{ dagar } 3 \text{ veckor} = 10800$.

Mätsystemets skattning av P vid olika N, n och q:		
N = 480 n = 96 q = 1 => x = 60	$\hat{P}_{96} = 20,0$	$\hat{\sigma}_P = 0,24$
N = 480 n = 96 q = 200 => x = 0,3	$\hat{P}_{96} = 20,0$	$\hat{\sigma}_P = 3,4$
N = 10800 n = 2160 q = 1 => x = 60	$\hat{P}_{2160} = 20,0$	$\hat{\sigma}_P = 0,05$
N = 10800 n = 2160 q = 200 => x = 0,3	$\hat{P}_{2160} = 20,0$	$\hat{\sigma}_P = 0,72$

Figur 4:4 Mätsystemets skattning av P för olika N, n och q.

I det här redovisade materialet är inte den sanna storleken på x känd. Nedan återges mätfelets Z beroende av storleken på x och N vid konfidsgraden 95%.

Totaltidens storlek (N)	x	Z
480	0,3	6,67
480	1	3,65
480	10	1,16
480	200	0,26
1080	0,3	1,41
1080	1	0,77
1080	10	0,24
1080	200	0,05

Figur 4:5 Storleken på mätfelet Z vid N = 480 samt N = 10800 och vid olika värden på x samt med övriga i texten antagna förutsättningar.

Det är därför viktigt att beakta mätfelets tillväxt när man skall tolka det insamlade materialet genom selektion via databasen. Viktigt är även hur N skall definieras i de enskilda selektionsfallen.

4.6 VALIDITET

Mätmetoden har god validitet. Påverkan från mätsystemet är försumbar för det tidskontinuerliga mätsystemet. De tidsdiskreta uppgifterna lämnade av föraren har skiftande validitet.

4.7 REPRESENTATIVITET

För arbetsstudier gäller generellt att de hänför sig till de förhållanden som gäller för den studerade perioden. I denna studie har flera av dessa kringfaktorer samlagrats med mätdata. Författaren anser att nödvändiga och relevanta kringfaktorer har dokumenterats, se kapitel 3. En faktor som saknas är aktuellt väder.

Det bör därför vara rimligt att i första hand studera fördelningsfunktionerna i det registrerade materialet. Med detta som grund kan man sedan, genom simulering av studerade förhållanden i en matematisk modell t ex utvärdera hur känsligt det studerade systemet är. Därigenom kan konstateras huruvida gjorda mätningar fångat denna känslighet eller om mätningarna inte rymmer tillräcklig förklaringsgrad.

Några matematiska metoder för att skatta representativiteten direkt utan modell och antagandeförfaranden finns inte.

Beträffande amplituden på flera registrerade storheter gäller att traktorföraren, vädret, arbetsoperationen mm inverkar på ett sådant sätt att nivån endast kan ses som ett exempel. Projektet har inte studerat ett tillräckligt stort antal gårdar för att ett rimligt statistiskt underlag kan sägas föreligga.

Dock tillför det insamlade materialet så mycket ny kunskap att formler för skattning av arbets- och maskininsatsen med hjälp av "nya" modeller bör kunna konstrueras. Härvid bör man beakta vilken tidshorisont respektive formel prognostiserar för.

Vid en undersökning som denna med stora mängder uppgifter och ett aktivt deltagande av den studerade operatören, inverkar givetvis urvalet av provvärdar för mättraktorerna på mätresultatens representativitet. Målet blir här att konstruera generaliserbara modeller vilka korrekt kan skatta arbetsbehovet på försöksgårdarna samt vilkas förklaringsgrad är sådan att orsaken till respektive provvärds originalitet kan lyftas fram i ljuset av registrerade kringfaktorer.

5 LAGRING OCH BEARBETNING AV MÄTDATA

5.1 INLEDNING

pe Vid varje form av automatisk registrering av data blir mängden data stor. För att även kvaliteten skall kunna hållas hög krävs bl a ett rationellt sätt för datahantering och datalagring. Nedan beskrivs hur data i detta projekt lagras och hålls åtkomligt för bearbetning.

5.2 VAL AV LAGRINGSMETOD

Den stora mängden tidskontinuerliga data, vilka skall statistiskt databehandlas, kräver speciell omtanke. Beslutet att till dessa data använda SAS:s interna lagringssätt var lätt att ta. På så sätt säkerställs en god statistisk bearbetbarhet.

Källan för tidskontinuerliga data är det HP-41 styrda mätsystemet. En överföring från dess lagringsmedium (minidata-kassetband) till stordatormiljön erfordrades.

För största möjliga flexibilitet vid valet av överföringsmetod och -väg valdes att överföra ASCII-kodad information i klartext (eg. tecken för tecken, siffra för siffra). Till mellanlagringsform utnyttjas SAS-systemets värddators ordinarie filsystem för ASCII-filer. Denna filtyp används även för att ordna överföring till band för arkivariskt säkerställande av datainformationen.

9. För tidsdiskreta data gäller andra utgångspunkter. Källan till denna typ av data varierar. Dels kommer data från MICRONIC 900 mätsystemet, dels kommer det från projektets försöksledare i form av manuella noteringar. Beträffande data från MICRONIC 900 så överförs det i form av ASCII-kodad klartext från handterminalen till telex en IBM-PC för vidare befordran till stordatormiljöns filsystem och SAS. Manuella noteringar införs direkt i MIMER-tabeller med hjälp av till MIMER-systemet medföljande rutiner. Nedan redogörs för de system som används och hur data tar sig ut när de lagras.

5.2.1 Hantering av tidskontinuerliga data

Den största volymen mätdata utgörs helt klart av tidskontinuerliga data. För att hantera de stora datamängderna smidigt hanteras mätvärdena i form av ASCII-kodad klartext fram till bearbetningen i SAS. Nedan redogörs för hur rådata är lagrat i sekventiella ASCII-filer samt hur data överförs till "SAS-dataset", vilket är SAS:s filtyp för statistiskt hanterbara datamängder.

5.2.1.1 Rådatafilerna

Till stordatorn överförda tidskontinuerliga data lagras i form av en radorienterad sekventiell ASCII-formaterad fil. Figur 5:1 nedan illustrerar hur den kan ta sig ut. De fyra första raderna omfattar dokumentation av följande:

- * Det använda bandets identitet och ackumulerad användnings tid
- * Traktorns registreringsnummer samt mätgårdens namnidentifikation
- * Mätsystemets nummer, användbart vid spårandet av fel
- * Tider för den aktuella mätningen, mätförloppets avslutande, antalet konsekutiva mätminuter på bandet, uppgift om fler än en mättag i datamängden samt postlängd och mätningens typ
- * De följande 16 texterna är en klartextförkortning av innehåll och ordningen i en mätpost
- * Två lediga platser
- * Därefter följer två rader för särskilda kommentarer, varav den första utnyttjas till respektive filnamn
- * Till sist följer de avlästa värdena post för post; en post upptar två rader och består av 16 värden, alltid åtta per rad.

Observera att ett blanktecken alltid skiljer elementen i en post åt.

```

ATM123 23.5500 ABC123 GARDID 1.0000 11.0584 13.5520 07.5020
NORMAL 485.0000 NEJ 985.0000 16.0000 ORD85 POSTNR DATUM
TID BRPULS BRTEMP LUTEMP AVTEMP MOVARV BHJVRV REGDCV
REDKOD HASTOT VXLOCT REFFOL MOTRHZ HASTHZ 0.0000 0.0000
COMMENT: ABC123DA850623.DAT
COMMENT:
1.00 2306.1985 7.5020 0.00 1.9132 2.9699 1.8855 0.00
0.00 2.8304 30.0000 0.00 4.00 3.9554 0.00 0.00
2.00 2306.1985 7.5120 20.00 2.0962 2.3240 1.9878 234.00
124.00 3.2615 30.00 124.00 2404.00 3.9539 10.00 12.00
.
.
.

```

Figur 5:1 Ett typexempel på innehållet i en rådatafil för tidskontinuerliga data.

Den i figur 5:1 exemplifierade typen av rådatafil med tidskontinuerliga data kan direkt läsas med hjälp av procedurer i SAS. SAS-systemet beordras sedan med hjälp av programsatser att skapa en viss typ av datafiler vilka benämns SAS-dataset.

Vid denna konvertering mellan filtyper sker även en viss bearbetning av rådata, så att voltmeter- och pulsräknaravläsningar konverteras till respektive mätstorhet. Där tas hänsyn till bland annat mätgivarnas egna mätkonstanter (se 3.3.4.3).

5.2.2 Hantering av tidsdiskreta data

Tidsdiskreta data har liten volym i detta projekt, men består av många olika typer av data. Allt tidsdiskret data lagras i form av MIMER-tabeller. I 5.3 redogörs för hur dessa tabeller är utformade samt för deras innehåll.

5.3 MIMER-TABELLER

I figurerna nedan redovisas tabellhuvudena för de tabeller vilka kommer till användning vid lagringen av tidsdiskreta data i MIMER. Databasen är uppdelad i tre databanker, nämligen:

- * LANTBRUK med information om studerade lantbruk
- * BANDDB med information om de datamängder vilka samlats in på band från de olika mättraktorerna,
- * MASKINER med uppgifter om de redskap vilka kommer till användning.

Uppdelningen i flera databanker är en finess för att öka flexibiliteten vid användningen. För varje given bas och dess användning kan ett optimerat förhållande mellan antal tabeller och antalet kolumner i varje tabell definieras.

5.3.1 Företagsuppgifter

Information om ett företag vilket deltagit i undersökningen lagras i en databank kallad LANTBRUK. Denna rymmer följande tabeller:

LANTBRUK Databankens tabeller	
Tabellnamn	Förklaring
- GARDAR	Information om gården
- ÄGARE	Information om ägaren
- SKIFTEN	Information om skiftena
- FÄLTHINDER	Information om fälthinder
- ODLING	Information om produktionsgren
- ODLTEKN	Information om odlingsteknik

Figur 5:2 Lantbruksdatabankens tabeller och innehåll.

Innehållet i tabellerna exemplifieras nedan i figurerna 5:3 (och 5:4 till 5:8), genom en presentation av respektive tabell med dess kolumnrubriker (Domänbeteckningar).

Ovanför varje tabell anges tabellens namn. Under respektive rubrik noteras inom parentes storlek och typ hos data. Observera att: C = alfanumeriska tecken, I = heltal, R = reellt tal samt att kolumndomäntyp vilka föregås av ett * -tecken är markering för nyckelkolumner i respektive tabell.

Projektet har en lång utsträckning i tiden varför försök kommer att genomföras på ett flertal olika lantbruksföretag. Ett sätt att upprätthålla stringens i data är att särskilja data på lantbruksföretagen som huvudgrupp. Här lagras även uppgifter vilka kommer väl till pass vid kommunikation mellan projektets försöksledare och lantbruksföretaget.

GÅRDAR						
GÅRDID (*C6)	TRAKID (*C6)	GÅRDNAMN (C20)	ADRESS (C20)	PNR (C7)	PADRESS (C20)	TELE (C15)
.

Figur 5:3 Kolumnrubrikerna i tabellen "GÅRDAR". Där redovisas i ordning från vänster: gårdens och traktorns identitetsbeteckning, gårdsnamnet, adress, postnummer, postadress och telefonnummer.

En viss person kan äga och driva flera lantbruksföretag. Ägaridentiteten skall dessutom förbli en sak mellan försöksledaren och respektive företagare varför denna information lagras för sig.

ÄGARE		
GÅRDID (*C6)	BRUKARE (C30)	AVTALNR (C3)
.	.	.

Figur 5:4 Kolumnrubrikerna i tabellen "ÄGARE". Där redovisas i ordning från vänster: Gårdsidentitetsbeteckning, brukarens för- och efternamn och numret på försöksavtalet.

På varje lantbruksföretag används ett visst antal skiften i växtodlingen. För att särskilja dem och för att lagra skiftesspecifika förhållanden används tabellen "SKIFTEN". Observera att författaren skiljer på skifte, fält och åtgärdsområde, se närmare i 1.10.

SKIFTEN							
GARDID (*C6)	SKIFTEID (*C6)	SNAMN (C30)	AREAL (I4)	BREDD (I4)	TRPAVST (C8)	DRANAR (C6)	
.

JORDART (C20)	STENGRP (C2)	VAGKLASS (C2)
.	.	.

Figur 5:5

Kolumnrubriker i tabellen "SKIFTEN". Där redovisas i ordning från vänster: Gårdens och skiftets identitetsbeteckning, skiftets namn, arealen på skiftet, skiftets bredd vid plöjning, transportavstånd till brukningscentrum, årtal då dräneringen utfördes alternativt renoverades, eventuellt fältnummers identitet, jordarten på skiftet, stenförekomsten bedömd i grupper samt till sist vägstandarden klassificerad på transportvägen till skiftet.

På vissa skiften finns det hinder av olika slag vilka påverkar arbetet på fältet. I tabellen "FHINDER" lagras uppgifter om varje enskilt hinder.

FHINDER				
HINDERID (*C6)	HORDNR (C30)	HTYP (C3)	HAREAL (C4)	HBREDD (C5)
.

Figur 5:6

Kolumnrubriker i tabellen "FHINDER" = fälthinder. Där redovisas i ordning från vänster: fälthinderidentitet, fälthindrets ordningsnummer på skiftet, typ av fälthinder, fälthindrets areal och fälthindrets bredd tvärs plöjningsriktningen.

På olika skiften odlas olika grödor. Denna kunskap knyts samman med redskap användning i tabellen "ODLING", se figur 5:7.

ODLING			
SKIFTEID (*C6)	GRÖDA (C20)	OTEKNIK (I2)	SKÖRD (C20)

Figur 5:7 Kolumnrubriker i tabellen "ODLING". Där redovisas i ordning från vänster: skiftets identitet, vilken gröda som odlas på skiftet, vilken odlingsteknik(identitet) som kommer till användning vid odlingen samt hur stor skörden blev.

Bearbetningen av varje skifte blir ofta unik. Även då samma gröda odlas på två skiften kan det föreligga en skillnad i hur redskap och produktionsmedel kommer till användning. I tidskontinuerliga data finns registrerat tidpunkten för respektive åtgärd. En avvikelse från den verkliga insatsen av redskap och den registrerade finns på alla lantbruk som har fler traktorer och redskap i drift. Odlingstekniken för alla skiften finns redovisad. Dock saknas alltså registreringar när mättraktorn inte har kommit till användning vid ifrågavarande arbetsoperation.

ODLTEKN					
OTEKNIK (*I2)	STEG (*I2)	REDKOD (C6)	KÖRMÖNST (C3)	PRODMIN1 (I4)	PRODMIN2 (I4)

Figur 5:8 Kolumnrubriker i tabellen "ODLTEKN" = odlingsteknik. Där redovisas i ordning från vänster: odlingsteknikens identitetsbeteckning, ordningsnummer inom odlingstekniken, använt redskap, tillämpat körmönster med det redskapet och produktionsmedelsinsatsen förknippad med redskapet (två samtidiga produktionsmedel tillåts, jämför kombisädd).

5.3.2 Mätdata

Data som härrör från den tidskontinuerliga mätningen lagras på filer avsedda för bearbetning med SAS (Jämför med 4.2.1 ovan). På varje fil finns data från en mättraktor och en kalenderdag. Övrigt data lagras i nämnda MIMER-databank. För kopplingen mellan databanken och filsystemet lagras filnamnen som nycklar i några MIMER-tabeller.

I figur 5:9 presenteras de tabeller som beskriver insamlat data i databanken "BANDDB".

BANDDB Databankens tabeller	
Tabellnamn	Förklaring
- RADATA	Information om mätdatafilerna
- TAPES	Information om använda band
- POSTDEF	Information om def. av posterna
- MATBOK	Kommentarer till mätning
- DAGBOK	Dagbok över mätningarna
- ARBETE	Information om arbetsmoment
- LINK	Information om data från skifte

Figur 5:9 Namn på tabeller i "BANDDB"-databanken, och förklaring av respektive tabells innehåll.

Varje registreringsdag för det tidskontinuerliga mätsystemet resulterar i en datafil. I tabellen "RADATA" lagras namnen på alla dessa filer samt några redskapberoende och datahanteringsmässigt erforderliga uppgifter om datamängdens storlek etc.

RADATA					
GARDID (*C6)	DATAFIL (*C25)	EVABLOCK (C4)	MINUTER (C4)	TYP (C3)	TAPEID (C6)

Figur 5:10 Kolumnrubriker i tabellen "RADATA". Där redovisas i ordning från vänster: gårdsidentitetsbeteckning, datafilens namn, storleken i 512-bytes block, antalet registrerade minuter med mätdata på bandet, typ av mätdata samt identifikation av minidatakassett.

Några "extra" data lagras för varje enskilt minidatakassettband. Detta för att i viss mån dokumentera eventuell förslitning av varje enskilt band, för att det senare skall vara möjligt att utröna driftsäkerheten hos själva mätsystemet.

TAPES			
TAPEID (C6)	ANVANDAT (*C6)	USEDHOUR (C4)	TAPEANM (C40)

Figur 5:11 Kolumnrubriker i tabellen "TAPES". Där redovisas i ordning från vänster: minidatakassettens beteckning, datum då bandet kom till användning, bandets totala användningstid i timmar samt iakttagna uppgifter.

Ordningsföljden på elementen i tidskontinuerliga data kan komma att ändras under försökets gång. Därtill kommer att varje enskilt element i dataposten kan komma att anta ett värde av en annan dimension än tidigare. Därför lagras ordningsföljden och information i varje element i en tabell dels i datamängden själv, dels i tabellen "POSTDEF" enligt figur 5:12, (jämför figur 3:7 och punkt 4.2.1.1)

POSTDEF																
TYPID (*C2)	P1 C6	P2 C6	P3 C6	P4 C6	P5 C6	P6 C6	P7 C6	P8 C6	P9 C6	P10 C6	P11 C6	P12 C6	P13 C6	P14 C6	P15 C6	P16 C6

Figur 5:12 Kolumnrubriker i tabellen "POSTDEF" = postdefinition. Där redovisas i ordning från vänster: typnummer på dataposten varefter följer 16 element med beskrivning av innehåll i varje element i posten; beskrivningen utgörs av sex teckens klartext, t ex postnr, datum etc.

Genom att kombinera information från olika insamlingssystem kan en tabell över händelser av mätteknisk eller allmän betydelse upprättas. I tabellen "MÅTBOK" och tabellen "DAGBOK" antecknas olika händelser av försöksledaren; händelser som bedöms kunna inverka på giltighet för data och andra uppgifter som ökar användbarheten hos data, se figurerna 5:13 och 5:14.

MÄTBOK				
GARDID (*C6)	REDKOD (*C6)	SKIFTEID (*C6)	DATUM (*C6)	ANM (C40)

Figur 5:13 Kolumnrubriker i tabellen "MÄTBOK" = mät dagbok. Där redovisas i ordning från vänster: gårds-, redskaps- och skiftets identitetsbeteckning, datum för händelsen samt en kort beskrivning.

DAGBOK			
GARDID (*C6)	DATUM (*C6)	RAD (*C3)	TEXT (*C70)

Figur 5:14 Kolumnrubriker i tabellen "DAGBOK". Där redovisas i ordning från vänster: gårdsidentitetsbeteckning, datum för händelsen, radnummer på beskrivandetexten samt den beskrivande texten.

Vissa uppgifter ligger dolda i tidskontinuerliga data tillsammans med uppgifter i automatiskt registrerade tidsdiskreta data. Här redovisas en tabell med uppgifter om respektive redskaps användning varje mät dag samt start- och sluttidpunkter för denna redskapsanvändning, se figur 5:15.

ARBETE				
DATAFIL (*C25)	REDKOD (*C6)	SKIFTEID (C6)	STARTKL (C6)	SLUTKL (C6)

Figur 5:15 Kolumnrubriker i tabellen "ARBETE". Där redovisas i ordning från vänster: datafilens namn redskapets och skiftets identitetsbeteckning, starttid och sluttid för fältarbetet.

Till sist kommer en tabell för lagring av speciella omständigheter tex arbeten på arrenderade skiften, inhyrda legoarbeten etc, se figur 5:16.

LINK			
GÄRDID (*C6)	REDKOD (*C6)	SKIFTEID (*C6)	ANM (*C40)

Figur 5:16 Kolumnrubriker i tabellen "LINK = länk". Där redovisas i ordning från vänster: gård-, redskaps- och skiftets identitetsbeteckning samt notering av omständighet.

5.3.3 Maskinuppgifter

För att lagra och särskilja redskapen på försöksgårdarna används en databank "MASKINER", se figur 5:17. I den lagras i tabellform uppgifter kring varje redskap som kommer till användning, enligt tabellen "ODLTEKN" i databanken "LANTBRUK", vid odling på de olika skiftena, se figurerna 5:8 och 5:7.

MASKINER Databankens tabeller	
Tabellnamn	Förklaring
- GÄRDMASK	Information om gårdarnas redskap
- REDNAMN	Information om redskapets namn

Figur 5:17 Tabeller i MASKINER databanken och deras innehåll.

De olika redskapen särskiljs av sina olika koder och sina olika attribut.

GÄRDMASK						
GÄRDID (C6)	REDKOD (C6)	DATABLAD (C60)	BREDD (I4)	VOLYM (I4)	ALDER (C4)	RKODID (C3)

Figur 5:18 Kolumnrubriker i tabellen "GÄRDMASK" = gårdsmaskiner. Där redovisas i ordning från vänster: gårdens och redskapens identitetsbeteckning, numret på databladet där redskapens arbetsbehov finns beskrivet, redskapets arbetsbredd i centimeter, lastvolym, inköpsår och nummer i rådatamängden.

Om uppgift finns om redskapsfabrikat och redskapets formella namn enligt lantbruksterminologisk standard (*SIS3423 mfl), lagras dessa i en tabell, se figur 5:19.

REDNAMN	
REDKOD (*C6)	REDSKAP (*C30)

Figur 5:19 Kolumnrubriker i tabellen "REDNAMN" = redskapsnamn. Där redovisas i ordning från vänster: redskapets identitetsbeteckning och redskapets namn och tillverkare.

5.4 BESKRIVNING AV DATALAGRET

0 1/2 Tidskontinuerliga data finns alltid kvar i ett obearbetat ASCII-formaterat skick med åtta element per rad. I denna form lagras data på 7-tums band. Data som är föremål för bearbetning samt allt tidsdiskret data lagras i binär form. Detta lagringssätt är maskinberoende. Genom att välja att bearbeta data i de båda programpaketen SAS och MIMER garanteras att data kan bearbetas på alla datorer som har möjlighet att exekvera dessa programpaket. Båda paketen innehåller procedurer för att hantera utväxling av data mellan datorsystem. Då volymen data är stor lagras alla data normalt på band i två kopior.

5.4.1 Omfattning

Det maximala datainflödet är 3 x 15 timmars arbete per dygn. Detta innebär ca $3 \times 130 = 390$ kBytes (= en full IBM-PC diskett). Det minimala datainflödet är noll(0) kBytes. En beräknad genomsnittlig användningstid per traktor på 350 h under mätperioden ger ca $3 \times 350 \times 60 \times 3 \times 5 = 8.170$ kBytes, dvs drygt 8 MBytes per mätsäsong.

5.4.2 Åtkomst av data

För att säkerställa en snabb och enkel åtkomst av data används MIMER. Här finns alla väsentliga data lagrade vilka kan ligga till grund för val. När önskade rådatafiler valts fram, överförs deras namn till värddatorns operativsystem via en textfil.

Genom att sedan utnyttja värddatorns operativsystems kommandon kan flera olika arbetsprocesser påbörjas, t ex:

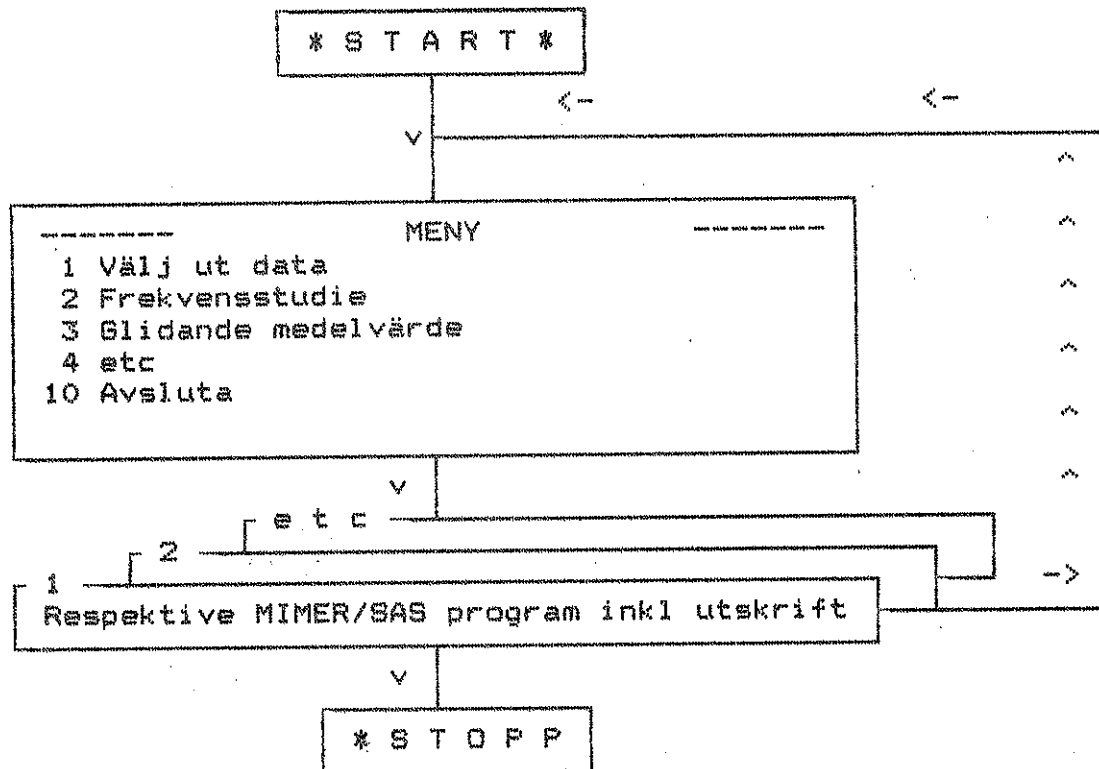
- * utskrift av rådata på bildskärm eller printer
- * beräkningar med användande av egna eller befintliga program skrivna i något standard programmeringsspråk som kan läsa in data från ASCII-filer
- * bearbetning med SAS-program.

5.5 BEARBETNINGSMETOD

Den som bearbetar data kan tillhöra endera av två kategorier. I den ena kategorin ges fullständig tillgång till alla data, även sådana som kan anses vara konfidentiella som tex data i tabellerna "GÅRDAR" och "ÅGARE". Den andra kategorin användare har inte tillgång till denna typ av konfidentiella data.

För normal bearbetning och åtkomst av data används ett menystyrt program skrivet i värddatorns operativsystems kommandoprocedurspråk. Via menyer slussas användaren mellan MIMER och SAS-program. I MIMER hanteras dataåtkomsten av små procedurer hanterade av menyer. Via dessa menyer kan data sällas fram för bearbetning.

Bearbetningen sker sedan i olika SAS-program beroende på vad det är man önskar studera, se figur 5:20. SAS hanterar även presentation av resultaten.



Figur 5:20 Flödesschema för styrning av normala bearbetningar och kontroller av insamlad data. Programmet skrivet i värddatorns operativsystems kommandoprocedurspråk.

5.5.1 Statistical Analysis System (SAS)

Den tunga bearbetningen av tidskontinuerliga data hanteras av program skrivna i SAS-programpaketet. Främst används SAS-Basics och SAS-Graph.(SAS,1978mfl)

Inom SAS-Basics används dels rent deskriptiva och indatamanipulerande programsegment, dels statistiska moduler för beräkning av statistiska mått och tester av tex frekvensfördelningar.

5.5.2 Val av presentationssätt

I denna redogörelse skall endast visas några enkla exempel på hur data kan bearbetas och presenteras. Endast deskriptiva databearbetningar har gjorts. Någon uttömmande analys och presentation av data sker inte här, bl a eftersom alla data inte är registrerade än (sommaren 1987).

Följande presentationssätt har valts:

- * Tidsseriediagram med realtid på ordinatan
- * Frekvensdiagram, kumulativ frekvens
- * Glidande medelvärde
- * Grafisk presentation.

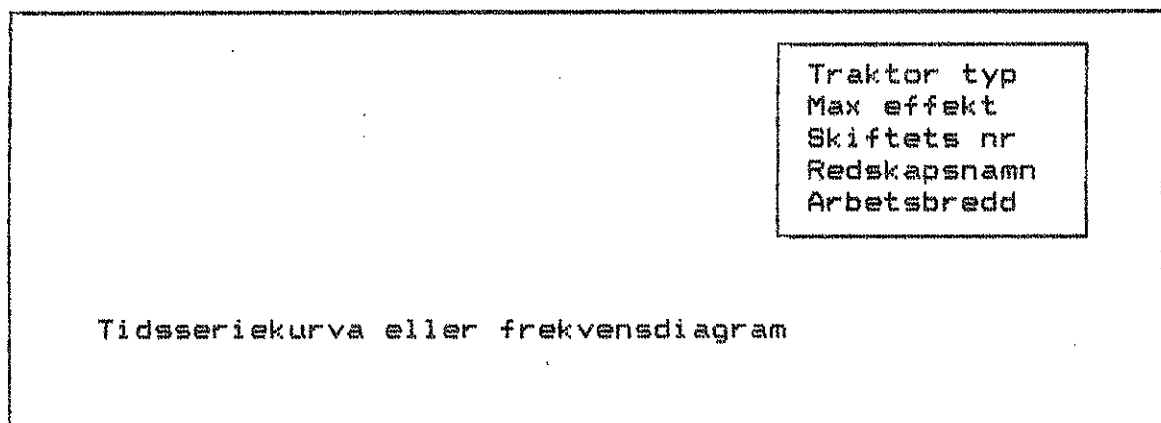
6 RESULTAT

6.1 INLEDNING

I det följande redovisas några typiska mätdata från gjorda mätningar. Data är endast måttligt bearbetade. Redovisningen bör närmast ses som en beskrivning av rådata. Då insamlandet sker genom att avläsa räknare och givare en gång per minut kan informationen ses om ett frekvensfotografi. Det data som redovisas i tidsserie redovisas även som frekvensdiagram. Alla insamlade datatyper exemplifieras inte i detta kapitel, vissa data har lyfts ut till Appendix A.

6.1.1 Presentationssätt

Diagrammen som presenterar data har en standardiserad form. Följande figur illustrerar hur de skall läsas.



Figur 6:1 Datadiagrammens principiella utseende.

För de nedan återgivna figurerna gäller ovanstående utformning. Observera att alla figurer inte hämtat sina uppgifter från ett och samma mättillfälle. I figuren med avgastemperaturer (figur A:8 i Appendix 1) exemplifieras t ex data från ett annat mättillfälle än för övriga figurer. (Endast en traktor har avgastemperaturregistrering, de verkliga temperaturvärdena har kvantifierats enligt överföringsfunktionerna i 3.3.4.3.2)

Registrering av data har i samtliga återgivna figurer skett en gång per minut.

6.2 RESULTAT OCH SAMBAND

Nedan ges exempel på samband som kan tas fram via insamlade data. Vid datainsamlingen registreras attribut. Attributen ger en viss beskrivning av data och dess uppkomst (metadata). I figurerna är inte alla attribut återgivna, ty flera är ju tidsbundna. De återfinnes då om man avläser flera figurer samtidigt, t ex hastighet och växelläge. Viktigt är också att framhålla att vissa attribut inte är registrerade av de automatiska registreringssystemen, t ex jordarnas fukthalt, grödors frodighet och vägda skördemängder.

6.2.1 Selektion av data ur rådatamängden

Såsom nämnts tidigare lagras rådata i filer där varje fil omfattar mätningar från en mättraktor under en kalenderdag. Data från de tre registreringsmetoderna med tidskontinuerliga respektive tidsdiskreta uppgifter är lagrade på olika filer. För att länka samman uppgifterna används MIMER:s relationsdatabassystem. Metadata samt de manuellt insamlade uppgifterna lagras i MIMER-tabeller. Detta förfarings-sätt medger selektiv sökning i datamängderna med hjälp av logiska sökbegrepp och villkor.

6.2.1.1 Sökningsförfarande

Vid sökning användes nyckelbegrepp på samma sätt som sökord då uppgifter söks i ett uppslagsverk. Nyckelbegreppen kombineras med villkor så att ett mer eller mindre specifikt och tätt logiskt "säll" formas. Alla rådata sällas sedan och endast de som inte faller genom de logiska maskorna blir kvar.

T ex Lista alla rådatafiler med plöjning med växelplog. (MIMER-SQL-syntax)

```
GET rådata.* WHERE rådata.gårdid EQ maskin.gårdid AND maskin.mnamn EQ
"växelplog";
```

Datorn instrueras nu att utföra en sökning i relationsdatabasen i enlighet med inlagrade instruktioner i MIMER-programmet. Återfinnes rådatafiler vilka uppfyller ställda villkor listas de och deras antal anges. (Understrukna ord markerar fördefinierade kommandon i MIMER, övrig text benämner tabell att söka i respektive sökvillkor och utskriftens omfattning).

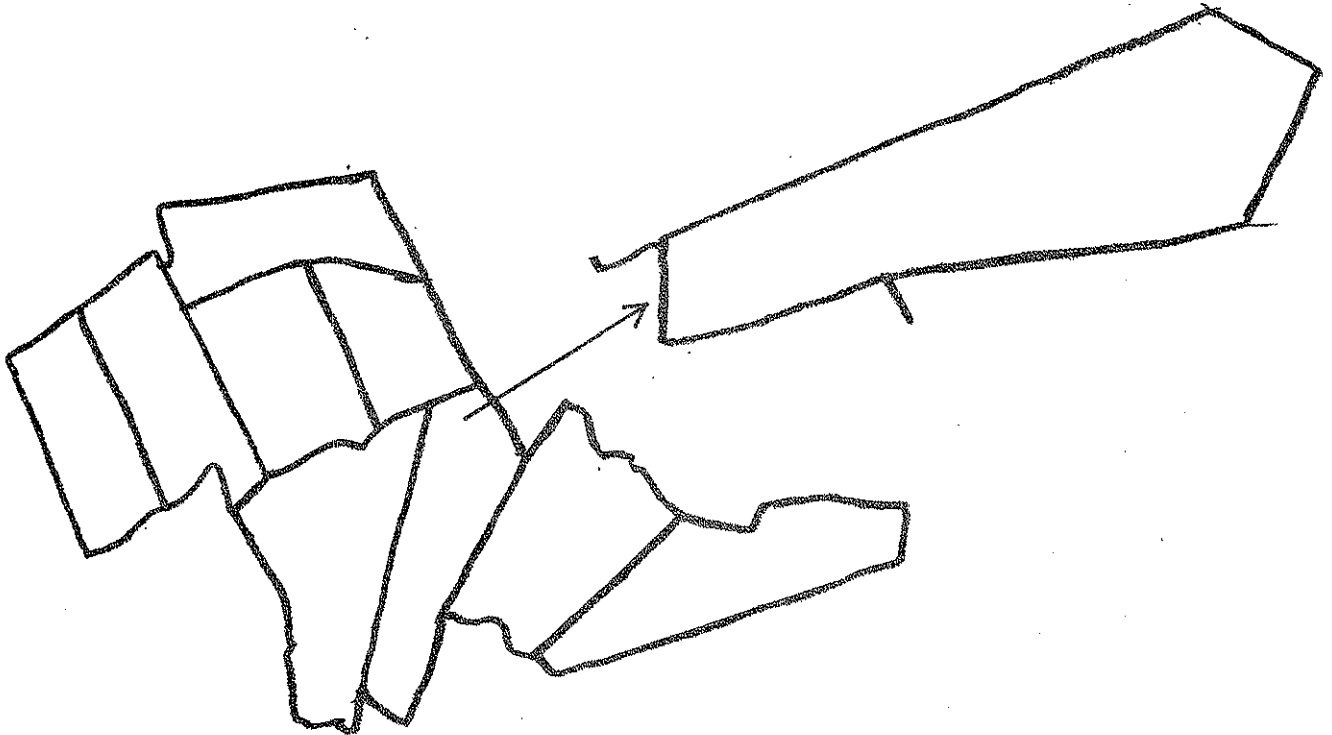
Bland insamlade data finns ett flertal olika redskap, jordarter och traktorer representerade. Utrymmet här medger endast att principerna för selektion och bearbetningsförfarande exemplifieras. I det följande återges exempel på uppgifter vilka finns lagrade kring en viss specifik mätsituation en viss mättdag. Generalitet i bearbetningssätt råder, varför valfritt selekterade data kan bearbetas enligt samma metod. Rådata från flera dagar kan även sammanslås och sedan bearbetas i de fall tolkningen kräver detta.

6.2.2 Meta-data för valda mättdagar

I huvudsak visas resultaten från en och samma mättdag. Då traktorerna inte är identiskt lika utrustade, tillkommer uppgifter från en annan mättdag och mättraktor för t ex avgastemperatur.

6.2.2.1 Data från 25 augusti 1986

Dessa data är alla hämtade från en arbetsoperation på ett skifte. Arbetsoperationen är indelad i tre huvudperioder med mellanliggande raster. Arbetsoperationen är plöjning med en 4-skärig buren tegplog inställd på 14" tiltbredd, dvs arbetsbredden är 1,4 meter. Tillämpat körmönster är tegplöjning med 50 meter mellan ryggarna. Skiftet är på ca sex ha och återges i figur 6:2.

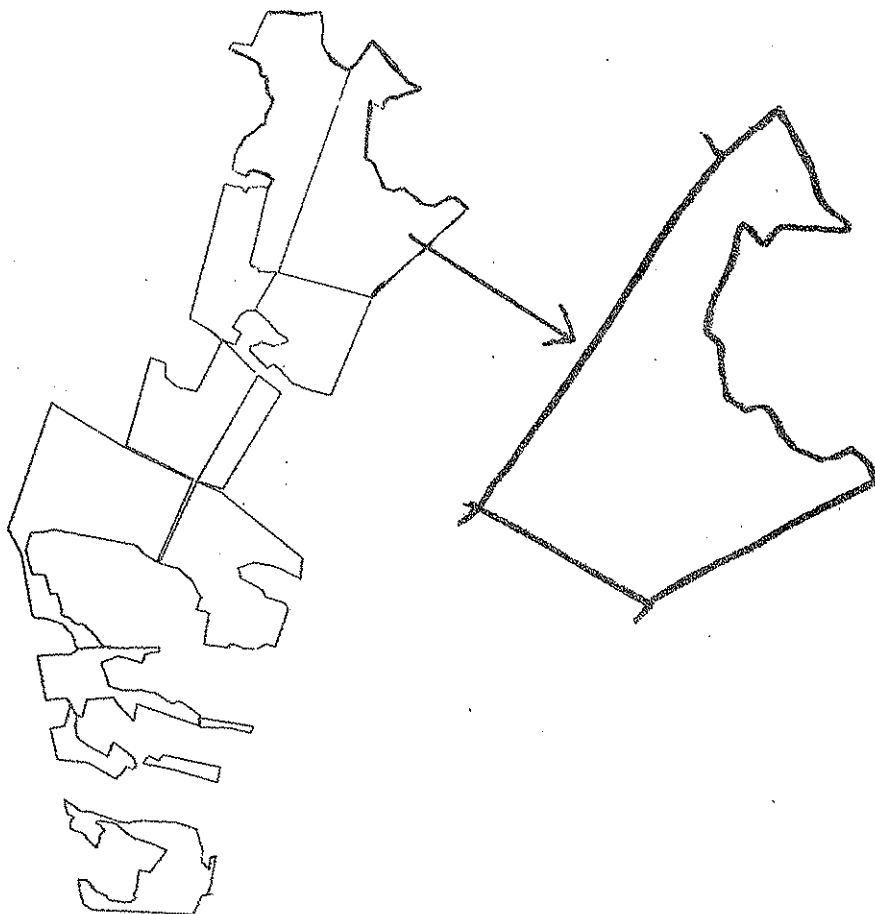


Figur 6:2 Skiftet där arbetet utfördes den 25 augusti 1986.

Skiftets jordart består i huvudsak av mulhaltig mellanlera (mh ML). På skiftet har korn odlats. Skiftet är klassificerat i stengrupp två, och det är dränerat senast 1972. Dessa uppgifter om skiftet är en sammanställning av data lagrade i MIMER-tabeller relaterade till denna mättdag, för tabellinnehåll refereras till stycke 6:3 nedan.

6.2.2.2 Data från 13 maj 1985

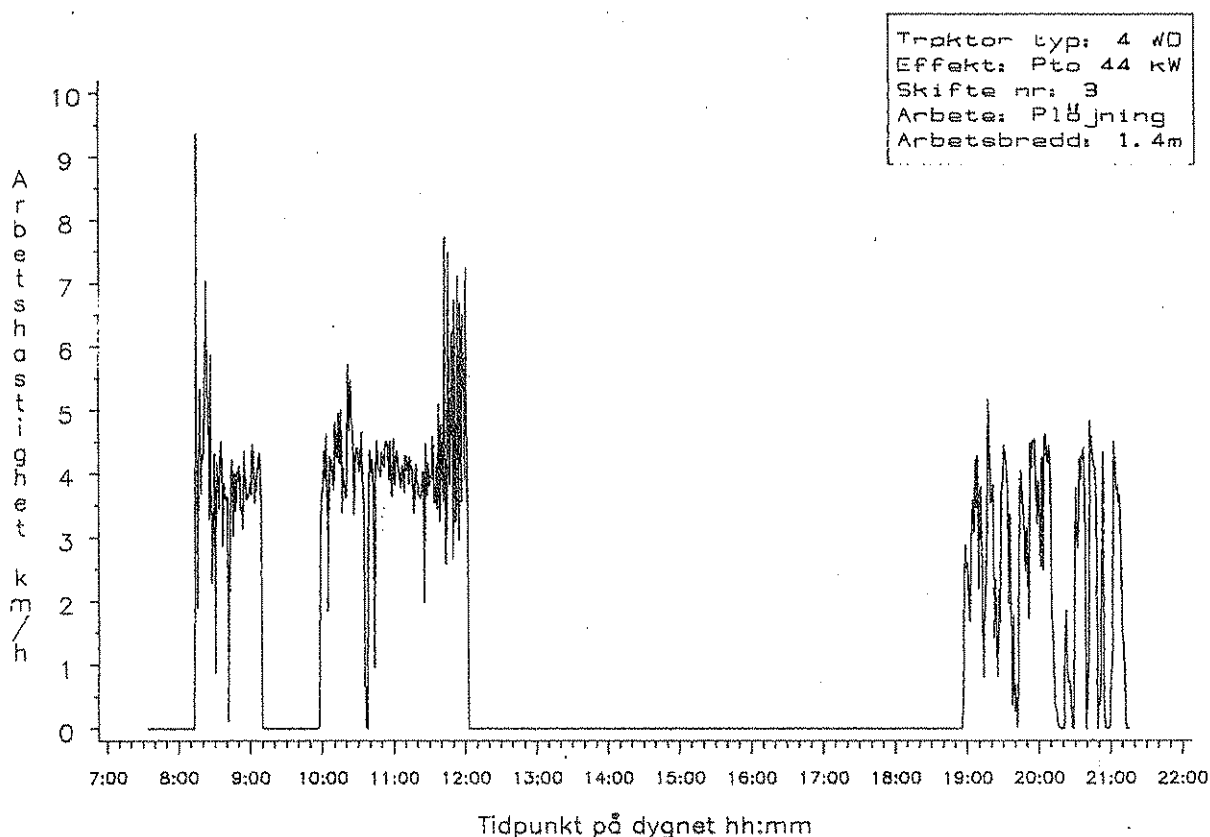
Dessa data är hämtade från ett annat skifte på en annan gård. Skiftets jordart består i huvudsak av mullhaltig mellanlera (mh ML). Arbetsoperationen är tegplöjning med 4-skärig tegplog (16-tum per skär). Avsikten är att odla rybs på skiftet. Skiftet är stenklassat i klass 3. Arealen är ca 13 ha.



Figur 6:3

Skiftet där arbetet utfördes den 13 maj 1985. Skiftets jordart består i huvudsak av mullhaltig styv lera (mh SL).

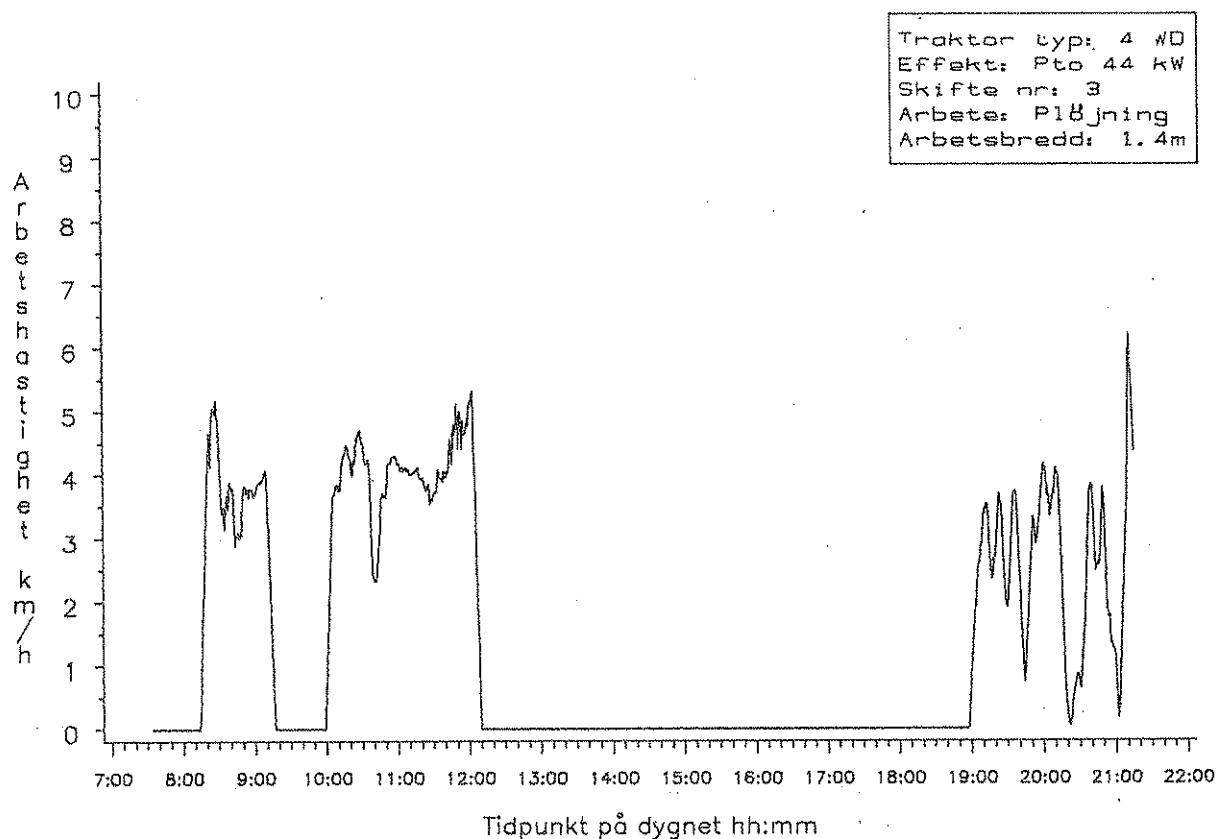
6.2.3 Arbetshastighet



Figur 6:4 A

Av mätsystemet registrerade arbetshastigheter vid plöjning på skifte nummer tre. För just denna gård innebär detta en jordart av mullhaltig mellanlera (mh ML). Arbetshastigheten är i detta fall uppmätt med hjälp av ett femte hjul vars diameter är avsevärt mindre än bakhjulets.

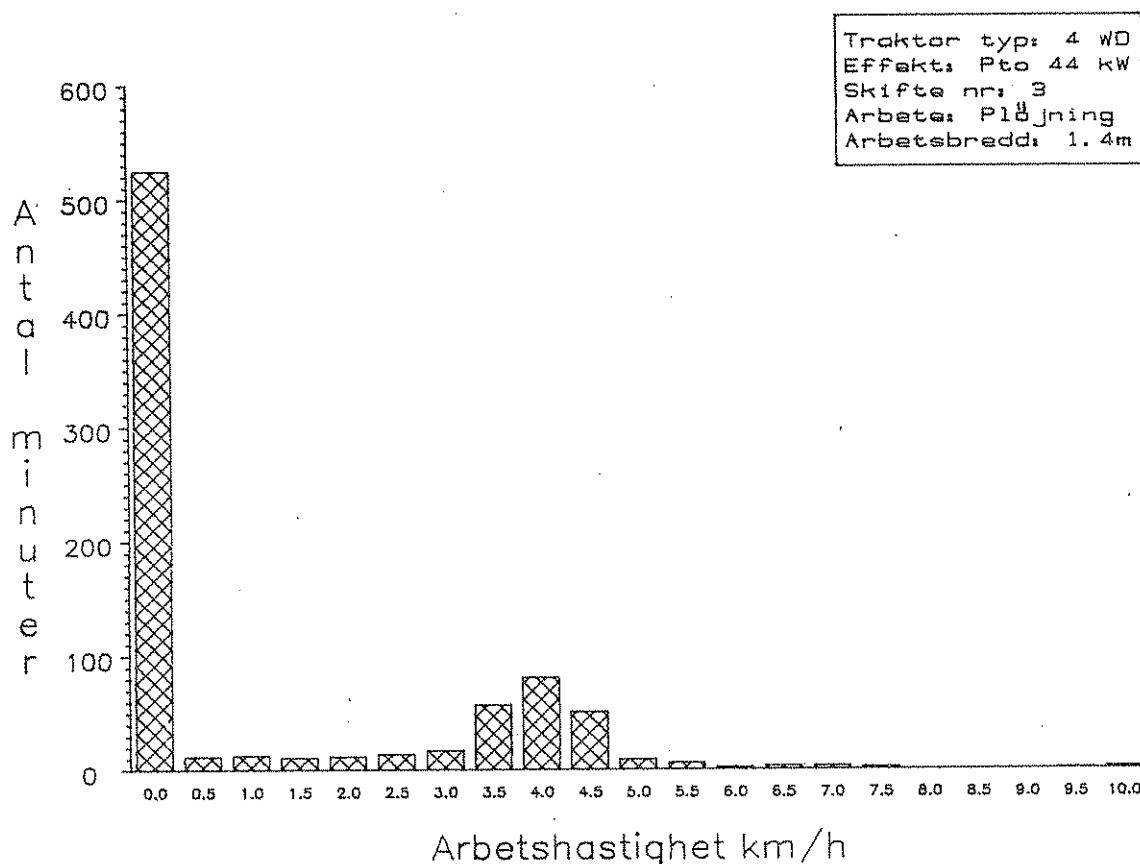
I figur 6:4 A och B redovisas arbetshastigheter uppmätta med ett femte hjul. Med hastighet avses här det antal pulser mätthjulet sänder varje minut under mättdagen. Varje puls avser en viss mätsträcka. Det går enkelt att utläsa av tidsserien när arbetet påbörjades respektive när avbrott skett. Stilleståndet vid 9:10 till 9:58 avser tex frukost. På grund av fältform och körmönster varierar körsträckorna minut för minut. Föraren har ju att anpassa körningen till förhållandena på skiftet.



Figur 6:4 B

Av mätsystemet registrerade arbetshastigheter vid plöjning på skifte tre. Rådata som i figur 6:4 A, men här har det glidande medelvärde ritats in, där sju närliggande avläsningar påverkar varje medelvärde. En glidande medelvärdesberäkning kan sägas avbilda varaktiga arbetshastigheter på ett rättvisare sätt än figur 6:4 A.

I figur 6:4 B återges samma data som i figur 6:4 A ovan. Värdet vid tiden t_0 har här emellertid beräknats som ett medelvärde av avläsningarna vid t , $t-1$, $t-2$, $t-3$, $t-4$, $t-5$, $t-6$. På så vis kan varaktiga förändringar fås att dominera och huvudförloppet i hastighetsbeskrivningen kan återges. Figur 6:4 B ger en bättre bild av den verkliga körhastigheten under arbetet, eftersom inflytandet av korta tillfälliga hastighetsförändringar undertrycks.



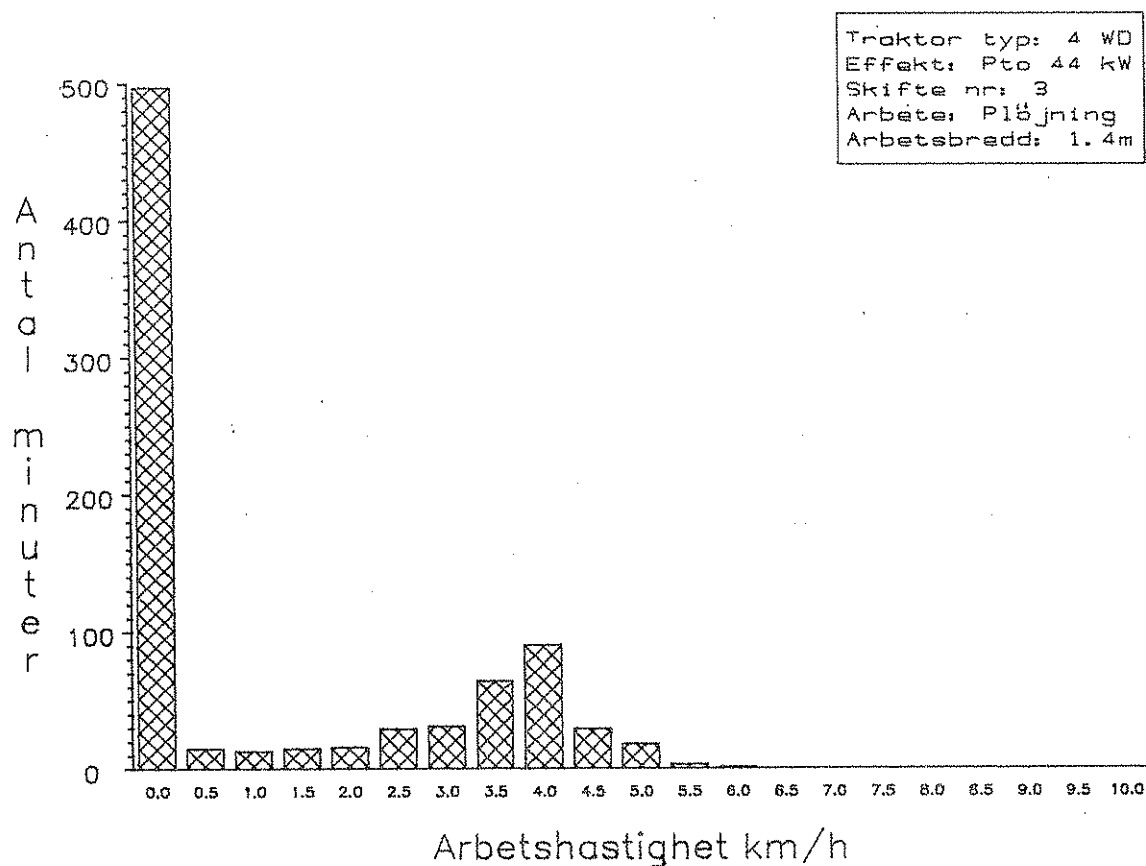
Figur 6:5 A Frekvensdiagram av arbets hastigheten. Här har avläsningarna grupperats i intervall om 0,5 km/h (abskissan). Ordinatan redovisar antalet minuter då respektive hastighet hållits. Grundmätningarna är de samma som redovisats i figur 6:4 A. Klassen 0,0 km/h innefattar alltså alla tidpunkter mellan mätförloppets start (7:32) och slut (21:15) då traktorn stått stilla.

Figur 6:5 A ger en uppfattning om variationsvidden hos hastighetsfördelningen vid praktiskt arbete. Nyttjad fart vid arbete ligger i intervallet 3,5-4,5 km/h.

Notera att en viss arbetsbreddsförändring i meter, kan sägas bli ekvivalent med en däremot svarande hastighetsförändring i km/h. Den klassiska formeln för skattning av arbetsbehov tecknas ju:

$$(10 / (\text{Arbetsbredd m} * \text{Arbets hastighet km/h})) + \text{Tillägg}$$

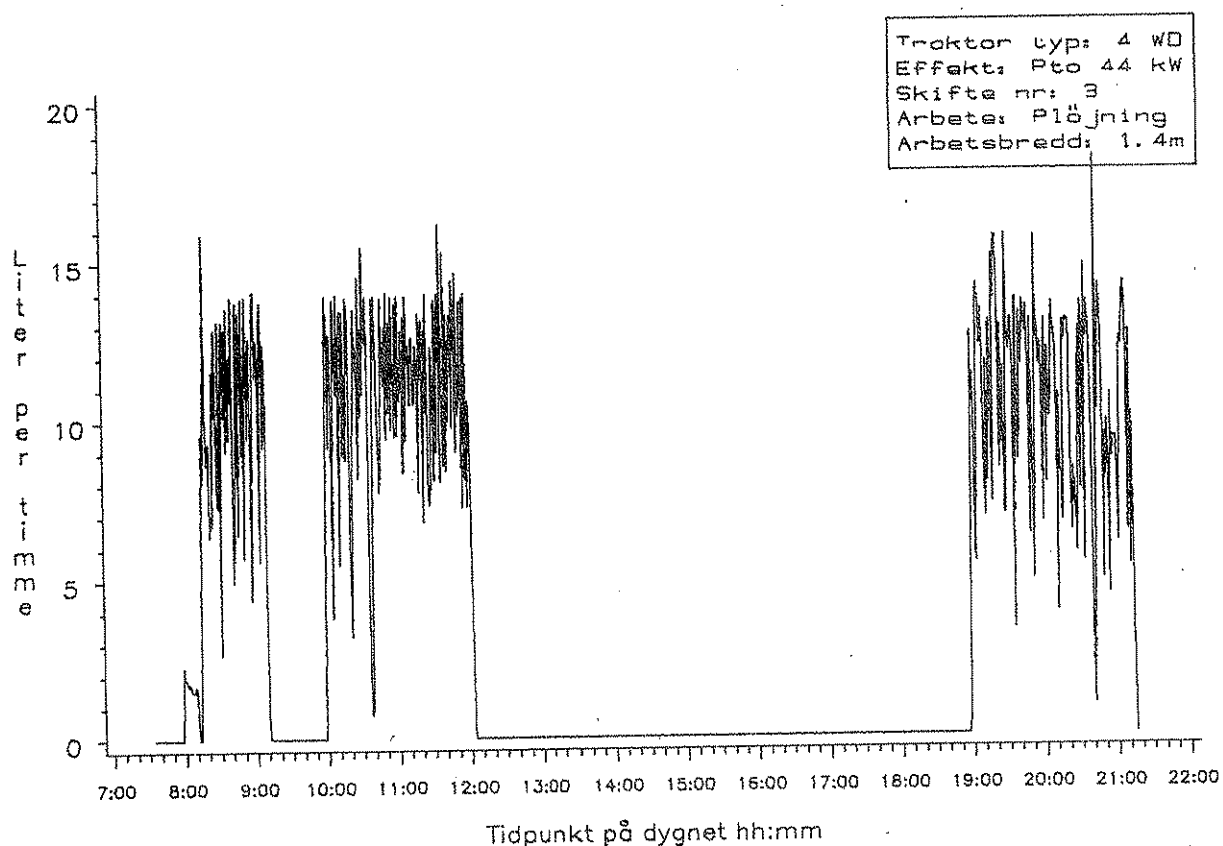
Ex: $10 / (1,4 * 4,0) = 1,79$
 $10 / (1,6 * 3,5) = 1,79$, arbetsbredden bör öka 14,3 %
och $10 / (1,24 * 4,5) = 1,79$, arbetsbredden bör minska 11,4 %
för att avverkningen skall förbli konstant.

**Figur 6:5 B**

Frekvensdiagram av arbets hastigheten. Diagrammet återger fördelningen av arbets hastigheten under hela mät dagen. Här har avläsningarna grupperats i intervall om 0,5 km/h (abskissan). Ordinaten redovisar antalet minuter då respektive hastighet hållits. Grundberäkningarna är de samma som redovisats i figur 6:4 B, dvs att en glidande medelvärdesberäkning har utförts.

I figur 6:5 har mätvärdena grupperats så att arbets hastigheter inom ett hastighetsintervall (klass) om en halv kilometer per timme har förts samman och räknats. Stapeldiagrammet återger hur många förekomster av en viss hastighet som registrerats under mät dagen. Det är samma mät dag som i figur 6:4 A respektive figur 6:4 B. Frekvensdiagram är intressanta i tex de fall då det är önskvärt att studera hur väl det varit möjligt att hålla sig till en viss arbets hastighet. De filtrerade värdena blir här missvisande.

6.2.4 Bränsleåtgång

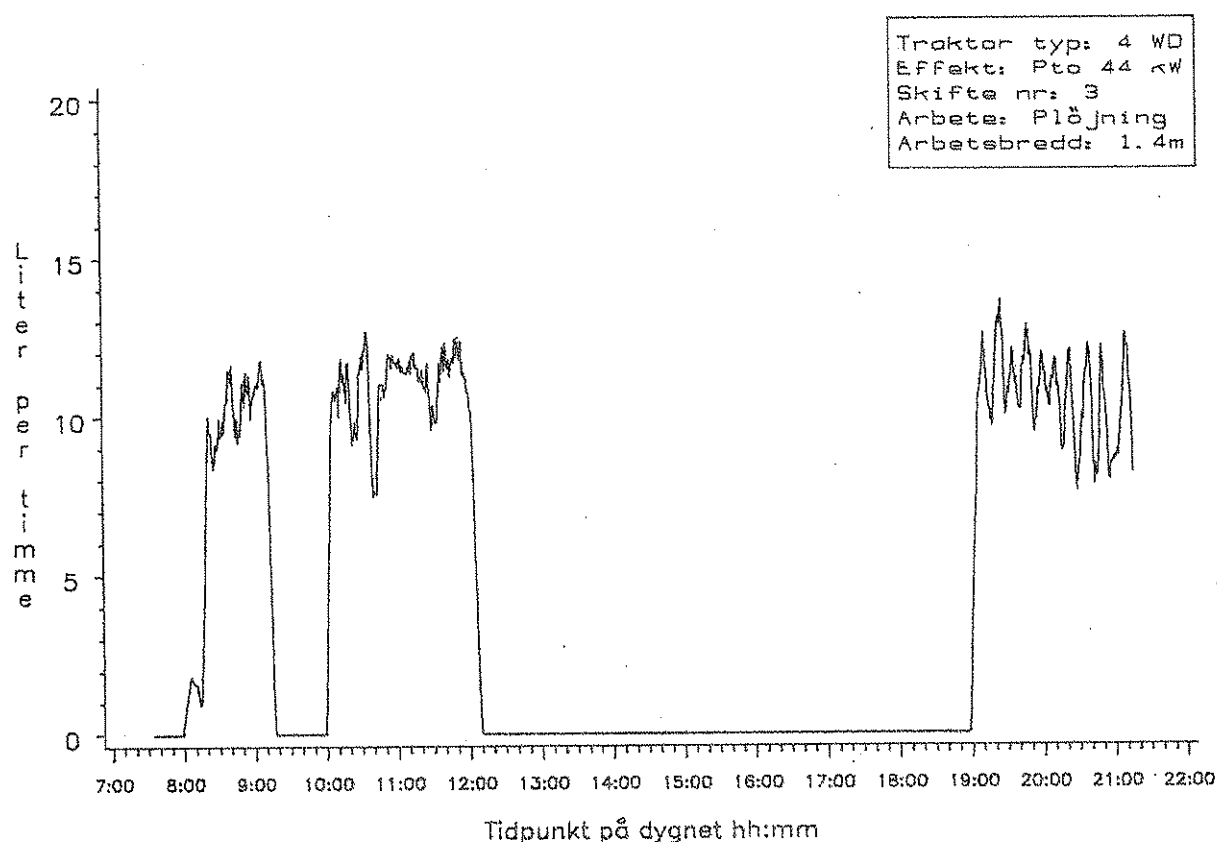


Figur 6:6 A

Av mätsystemet registrerad bränsleåtgång vid plöjning på skifte tre. Registreringen sker volymbaserat så att varje milliliter ger upphov till en puls. Dieselmotorns funktionssätt med returflöde sammantaget med mätutrustningens utformning kan ge fluktuationer i det uppmätta flödet, vilket inte motsvaras av fluktuationer i det verkliga flödet.

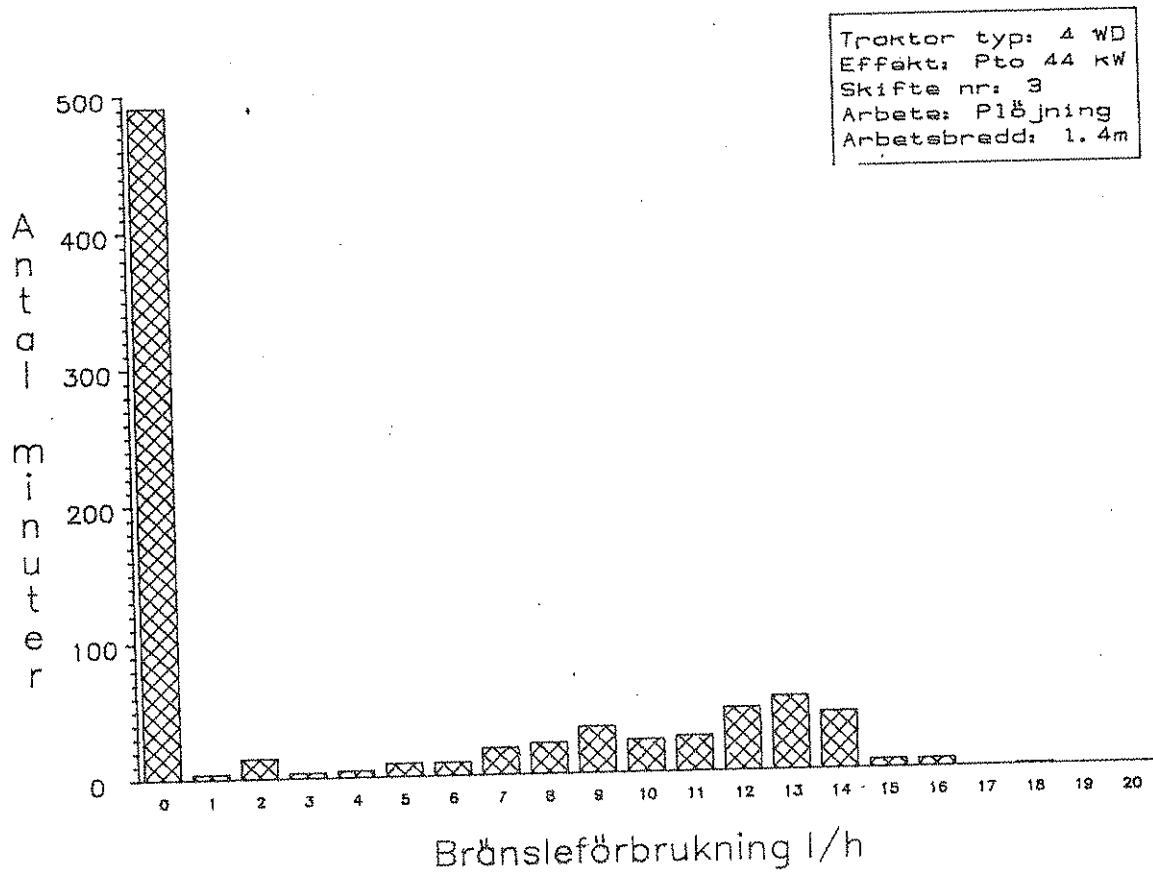
I figur 6:6 A avbildas bränsleåtgången minut för minut under en mät dag. Bränslemätningen sker via en intermittant mätmetod se 3.4.1.3. Varje mätvärde från en minut har multiplicerats upp till den bränsleförbrukning den motsvarar i liter per timme.

Intermittensen i mätmetoden kan i sig ge upphov till de stora fluktuationerna mellan olika näraliggande registreringar (minuter), se beskrivning av volymmätaren figur 3:23. Det finns en behållare för returbränsle på den "uppmätta sidan". Denna figur bör jämföras med figur 6:22 (motorvarv), figur 6:16 (växelläge) och figur 6:12 (reglerstängsläge) nedan.



Figur 6:6 B Av mätsystemet registrerad bränsleåtgång vid plöjning på skifte tre. Samma rådata som figur 6:6 A, men här har det glidande medelvärdet ritats in. Sju närliggande avläsningar påverkar varje medelvärde.

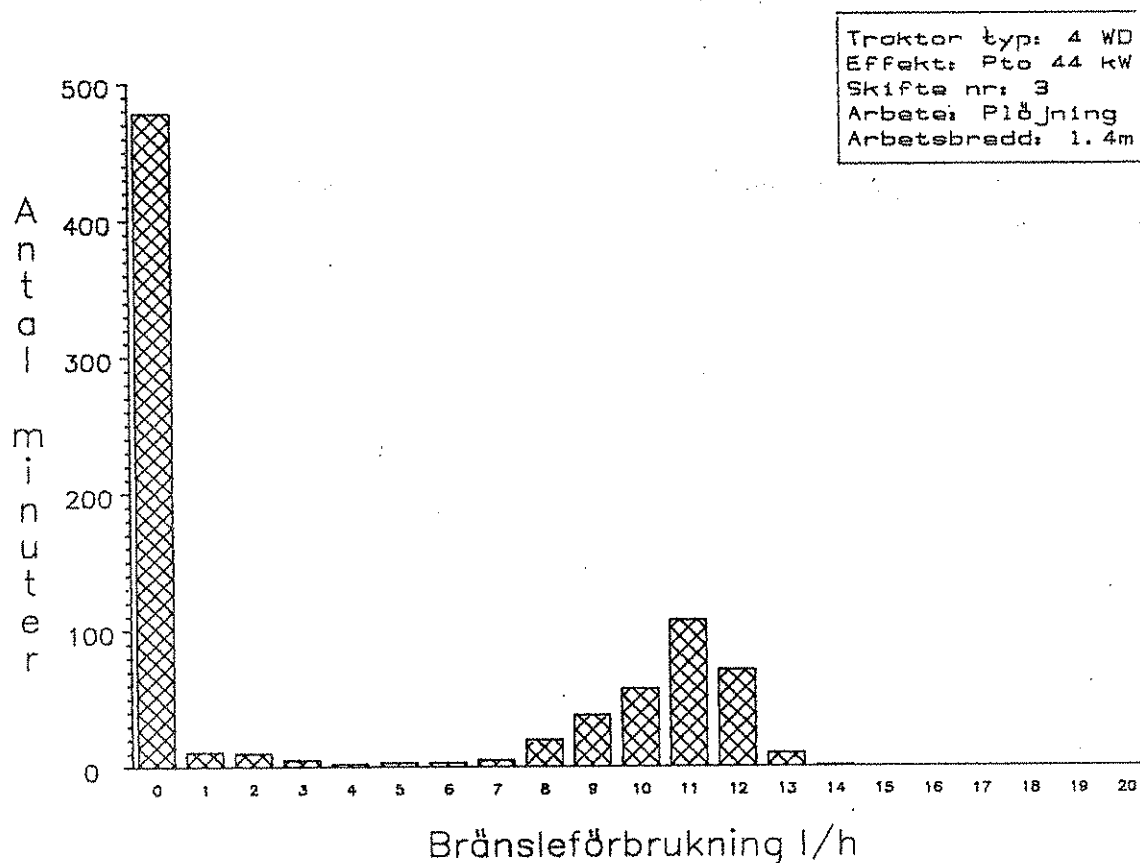
I figur 6:6 B återges data från figur 6:6 A men bearbetat med en glidande medelvärdesberäkning baserad på sju värden. Denna figur kan sägas motsvara en "riktigare" återgivning av den verkliga bränsleförbrukningen för här har intermittensen i mätmetoden filtrerats bort. I detta data framgår tydligare de tillfälliga avbrotten i arbetet. Observera att avläsning skett en gång per minut.



Figur 6:7 A

Frekvensdiagram av bränsleåtgången. Här har avläsningarna grupperats i intervall om 1.0 l/h (abskissan). Ordinaten redovisar antalet minuter då respektive bränsleåtgång hållits. 0-kolumnen avser de mätminuter traktorn varit avstängd. Grundmätningarna är de samma som redovisats i figur 6:6 A.

Observera att den intermittenta mätmetoden kan medföra att frekvensdiagrammet blir för utplattat åt vänster. Jämför gärna med 6:7 B nedan.

**Figur 6:7 B**

Frekvensdiagram av bränsleåtgången. Ordinatan redovisar antalet minuter då respektive bränsleåtgång hållits. Grundmätningarna är de samma som redovisats i figur 6:6 B dvs data har beräknats med ett glidande medelvärde.

I figur 6:7 A återges antalet minuter för olika klasser av bränsleförbrukning i liter per timme. I figur 6:7 B återges samma data för bränsleförbrukning. Här är data emellertid bearbetat med en sju stegs glidandemedelvärdes beräkning för att motverka mätmetodens intermittens, jämför figur 6:5. Ur dessa diagram kan utläsas hur väldefinierat bränsleuttaget är för olika typer av arbetsoperationer. Observera i diagram 6:7 A att spridningen är mycket stor, dvs frekvensfördelningen är flack.

6.2.5 Lufttemperatur

Lufttemperaturens utveckling under mät dagen återges i Appendix A.

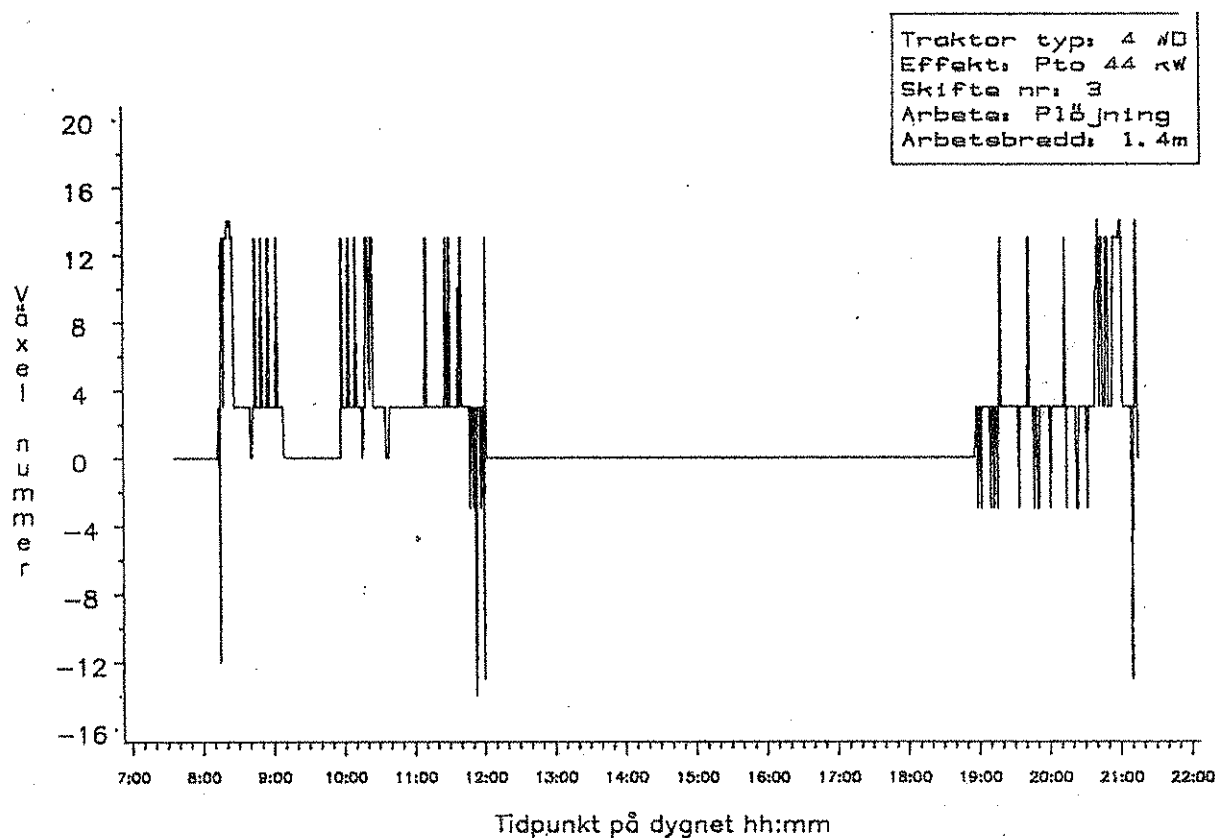
6.2.6 Bränsletemperatur

Bränsletemperaturens utveckling under mätningarna återges i Appendix A.

6.2.7 Effektuttag

Effektuttaget i form av reglerstängens läge samt avgastemperatur återges i Appendix A.

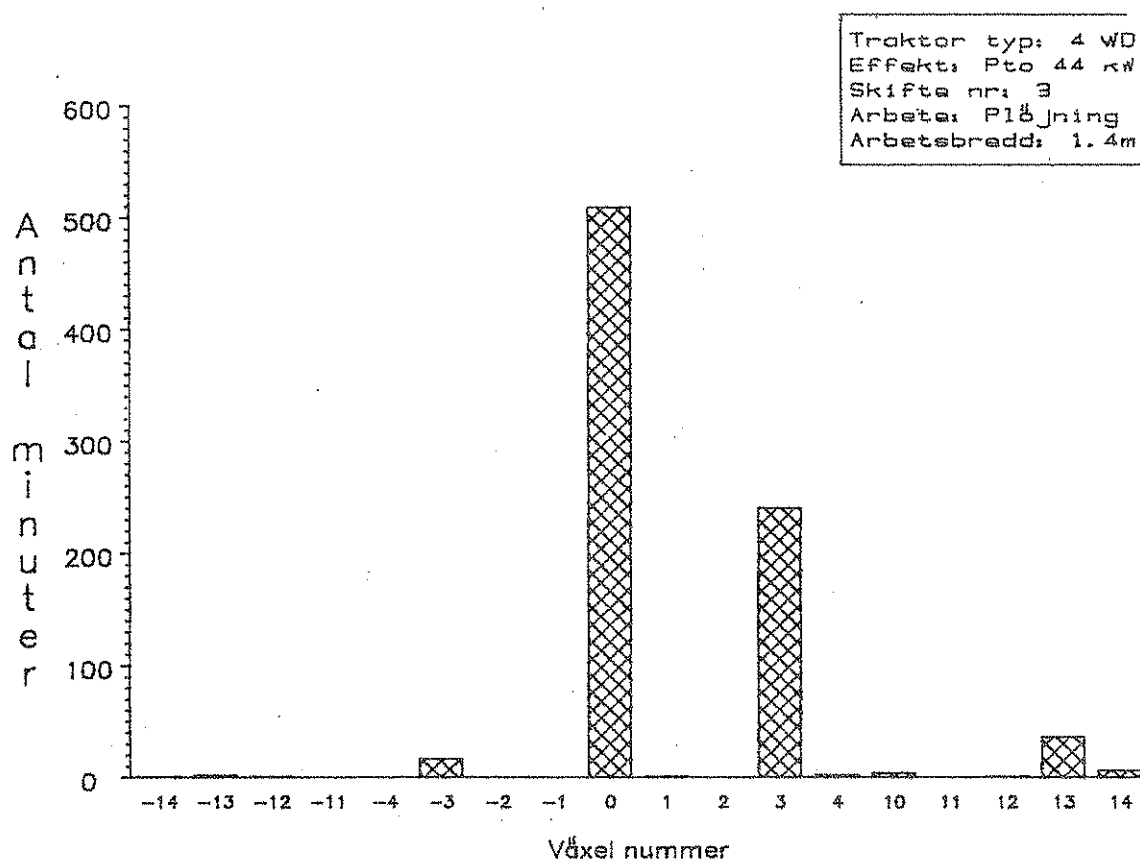
6.2.8 Växelanvändning



Figur 6:8

Av mätsystemet registrerad användning av växlar vid plöjning på skifte tre. Växelanvändningen redovisas i form av siffror vilka markerar använd grundväxel vid varje avläsningstillfälle under mät dagen. Negativt värde på ordinatan anger att en backväxel använts. Växel nr 1-4 avser låg gruppväxel, 5-8 hög gruppväxel, samt 1-8 avser alla kryppositionen för snabbväxelväljaren. 9-10 används ej. Värden 11-18 avser alla snabbpositionen för snabbväxelväljaren.

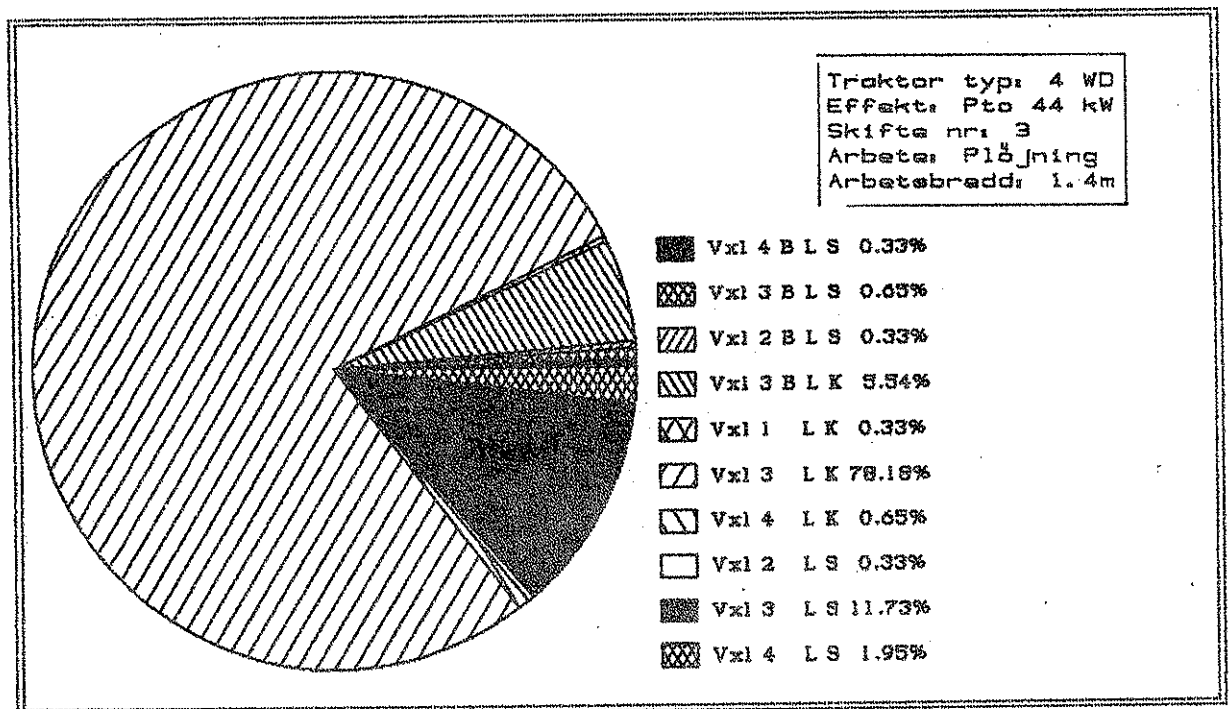
Mätsystemet registrerar den växel som använts vid avläsningstillfället. Fler växlingar än de vilka återges i 6:8 kan därför ha förekommit. Figuren återger däremot den varaktiga växelanvändningen. Notera att skillnaden mellan växel nummer fyra(4) och växel nummer 14 är i att i det senare fallet används snabbväxeln. Diagrammet framhäver något dessa skillnader.



Figur 6:9 A

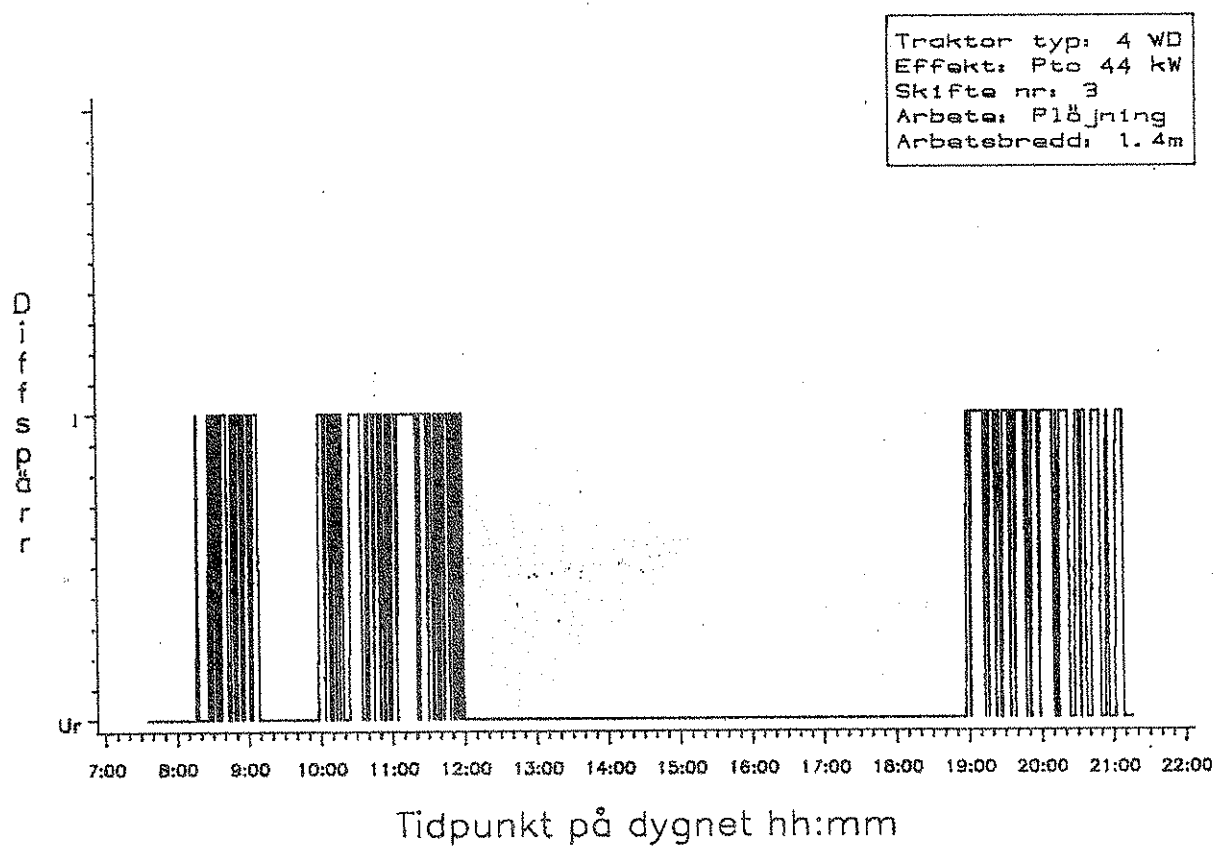
Frekvensdiagram över användningen av växlar. Ordinatan anger vilken växel som använts. Abscissan anger antalet minuter respektive växel använts under mättdagen. Negativt värde på ordinatan anger att en backväxel används. Växel nr 1-4 avser låg gruppväxel, 5-8 hög gruppväxel, samt 1-8 avser alla kryppositionen för snabbväxelväljaren. 9-10 används ej. Värden 11-18 avser alla snabbpositionen för snabbväxelväljaren.

I figurerna 6:8 respektive 6:9 A kan observeras hur växlar används under en mättdag. I det första diagrammet kan sekvensen avläsas, i det senare frekvensen. Observera att antalet kombinationer av växlar blir stort i en traktor med gruppväxel och snabbväxel/ kryppväxel förutom den ordinarie växelväljaren. Avläsningen gäller just den tidpunkt då registreringen skedde, och avspeglar därför den varaktiga växel användning.



Figur 6:9 B Fördelning av använda växlar. Siffran efter ordet växel anger grundväxelns ordningsnummer, L respektive H markerar användningen av Låg eller Hög gruppväxel till sist S respektive K anger snabbväxelväljarens lägen Snabb/ Kryp.

I figur 6:9 B redovisas den relativa tid respektive växel används då traktorn är i rörelse.



Figur 6:9 C Tidsseriediagram över användningen av differentialspärren. Ordinatatan anger när spärren använts. I-respektive Ur-lagd.

Diagrammet anger de tillfällen då differentialspärren aktiverats vid avläsningen av tillståndsgivarna. Den intermittenta och flitiga användningen av differentialspärren framgår med önskvärd tydlighet. På traktormärket ifråga kontrolleras den elektriskt.

6.2.9 Höger bakhjuls arbetshastighet

Diagrammen över avläst arbetshastighet för höger bakhjul återges i Appendix A.

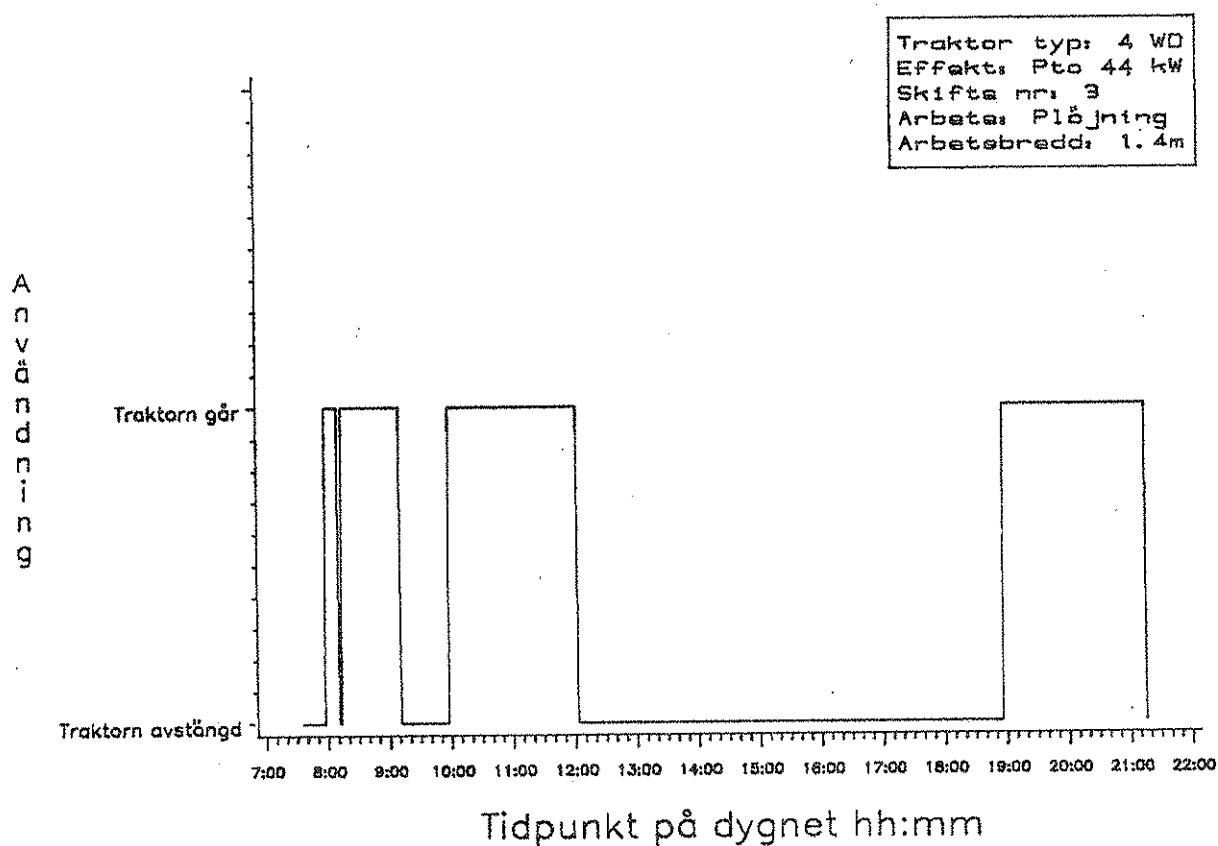
6.2.10 Slirning som skillnad mellan arbetshastighet och höger bakhjul

Slirningen som skillnad mellan arbetshastighet 5.2.3 ovan och höger bakhjuls arbetshastighet 5.2.9 ovan återges i Appendix A.

6.2.11 Motorvarvtal

Motorvarvtalen under mätdagen återges i Appendix A.

6.2.12 Traktortimmar

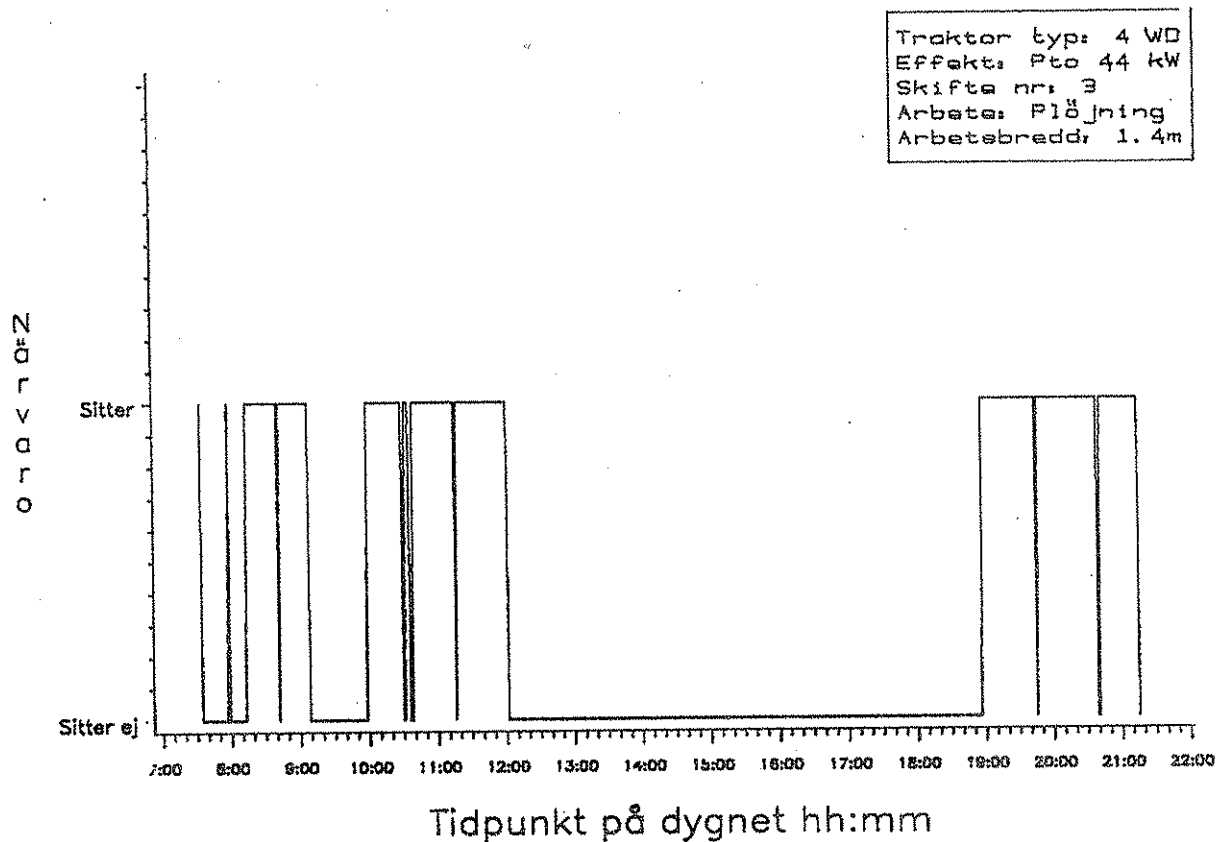


Figur 6:10

Av mätsystemet registrerad maskintid vid plöjning på skifte tre.
Ordinatan anger om traktorn nyttjats eller ej.

I figur 6:10 kan traktor användningstiden avläsas, och i kombination med andra figurer kan olika arbetsintensitet extraheras. Även i detta data kan raster och arbetsintensiteten spåras. Kafferast kl 9:10 till 9:57, middag kl 12:00, samt att kvällsarbete har utförts mellan 19:00 och 21:15 etc. Den mycket smala "spiken" 8:15 kan motsvaras av ett mycket kort avbrott då motorn fått gå på tomgång tillfälligt, alternativt varit avstängd.

6.2.13 Närvaro i förarsätet



Figur 6:11

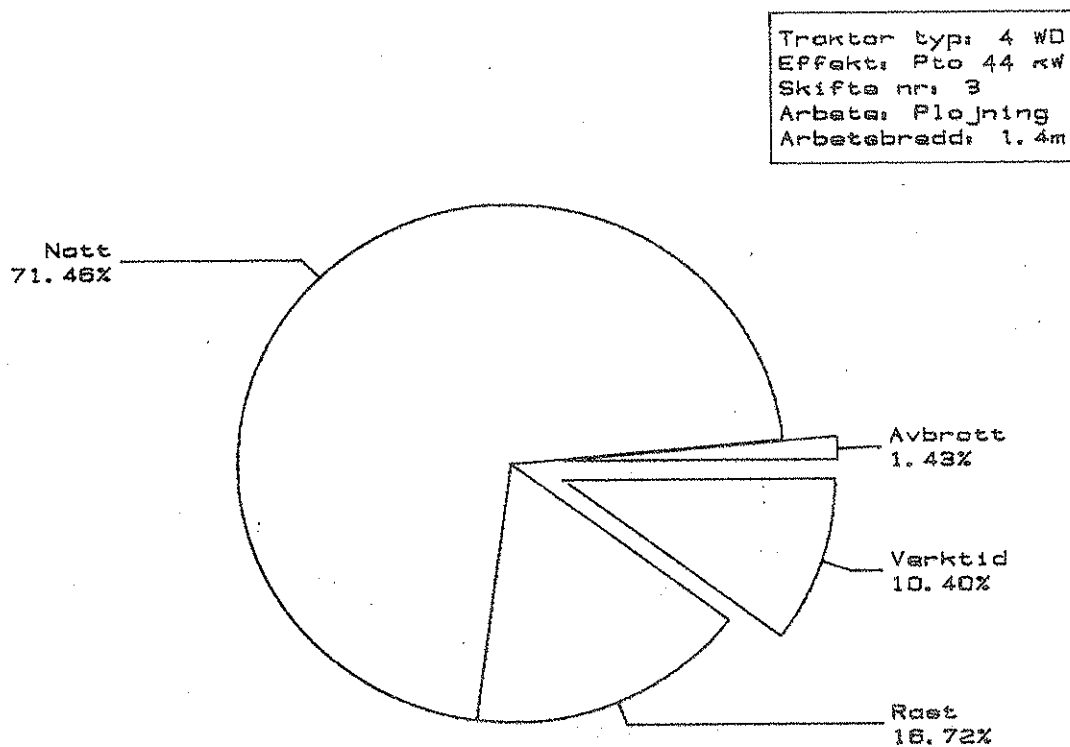
Av mätsystemet registrerad närvaro i förarsätet. Ur detta diagram kan avläsas när ett avbrott i arbetet inträffat. Avbrottet hade sådan karaktär att föraren behövde lämna förarsätet. Avbrottets längd kan även utläsas. Vid kombination av uppgifterna i figurerna 6:24 och 6:25, framkommer ett förtydligande av vilka orsaker som ligger bakom respektive avbrott samt i vilken sekvens avbrotten inträffat. Data härrör från det tidskontinuerliga mätsystemet. Typexempel på avbrott har inträffat vid tidpunkterna 8:42, 10:30 och 10:37.

Av figur 6:11 framgår tidpunkter då traktorföraren lämnat förarsätet. Kombinerar denna information med uppgifter i figur 6:10 kan avbrott i arbetet utläsas. Tid för frukost kan klart utläsas. Vidare kan observeras att lantbrukaren prioriterat annan verksamhet under eftermiddagen till priset av kvällsarbete. Denna typ av prioritering är omöjlig att förutsäga och illustrerar en faktor vilken hittills inte har beaktats vid skattning av arbetsbehov.

6.2.14 Referensspänning

Referensspänningen hos mätsystemet återges i Appendix A.

6.2.15 Arbetsåtgång



Figur 6:12

Av mätsystemet registrerad arbetsåtgång vid plöjning på skifte tre. Arbetsåtgången redovisas i % dygn samt fördelad på olika aktivitetsformer. (Natt inget registrerat, Avbrott stillestånd när traktormotorn går, Verktid traktorn förflyttar sig, Rast övrig tid.)

Mätsystemet registrerar avbrottets längd och orsakstyp. I figur 6:12 återges uppgifter från det kontinuerliga mätsystemet. Tiden har här klassificerats i fyra grupper. Den tid då traktorn går och föraren sitter i förarsätet kallas "Verktid". Om föraren lämnar en traktor som är påslagen kallas tiden "Avbrott". Övriga tider från och med att mätsystemet startats till dess det stoppats kallas "Rast". Tid då mätsystemet inte varit påslagit rubriceras här "Natt".

Figur 6:12 återger en kombination av figurerna 6:10 och 6:11 ovan. Beträffande tolkningsförfarande se figurtexten.

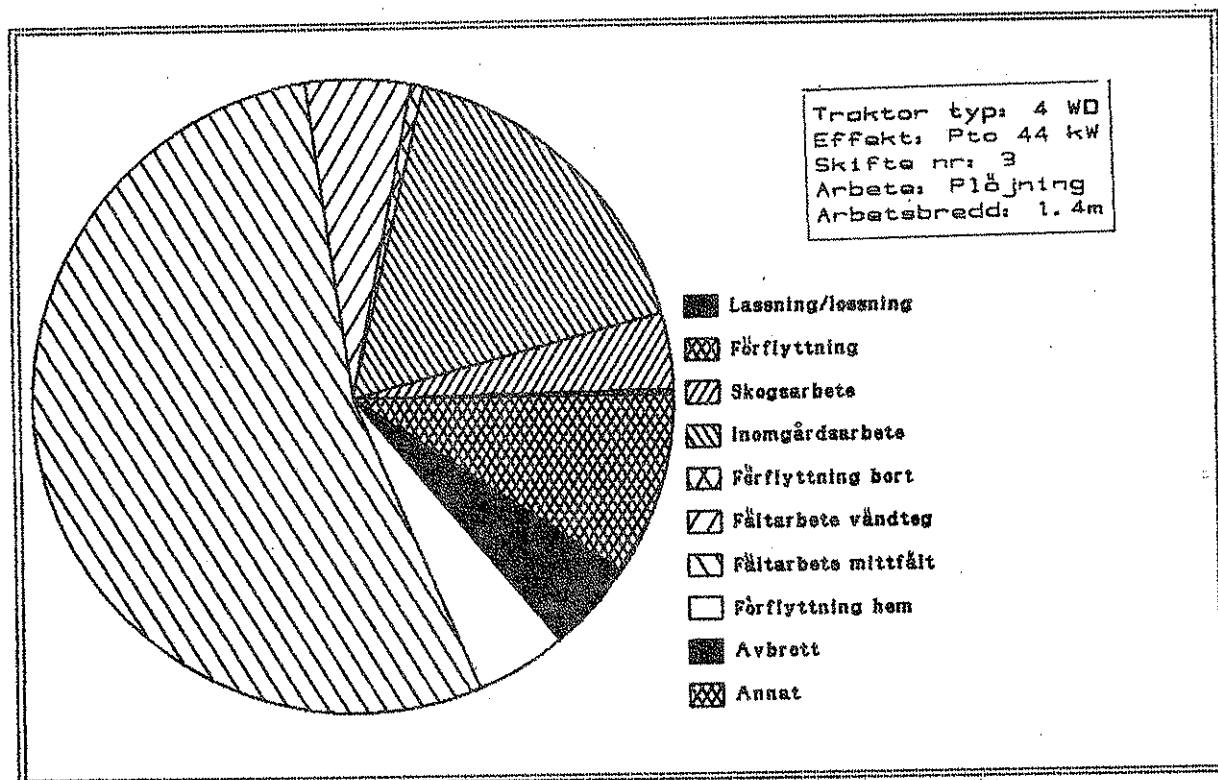
6.2.16 Registrerade avbrott

Arbetsoperation	Klockan	Klockan	Datum
Lastning/lossning	8:25:09		85-05-13
Förflyttning	8:25:14		85-05-13
Skogsarbete	8:25:17		85-05-13
Inomgårdsarbete	8:25:58		85-05-13
Förflyttning bort	8:38:43		85-05-13
Fältarbete vändteg	8:41:55		85-05-13
Fältarbete mittfält	9:03:29		85-05-13
Fältarbete vändteg	9:47:11		85-05-13
Fältarbete mittfält	9:47:22		85-05-13
Förflyttning hem	9:47:43		85-05-13
Fältarbete mittfält	9:48:02		85-05-13
Fältarbete vändteg	11:11:27		85-05-13
Fältarbete mittfält	11:46:01		85-05-13
Förflyttning hem	11:58:22		85-05-13
Förflyttning bort	12:42:26		85-05-13
Fältarbete mittfält	12:45:30		85-05-13
Förflyttning hem	17:58:42		85-05-13
Inomgårdsarbete	18:04:12		85-05-13
Avbrott injustering	18:23:09	18:24:24	85-05-13
Avbrott redskap hydraulfel	18:27:34	18:33:38	85-05-13
Avbrott operation stenplockning	18:38:56	19:18:26	85-05-13
Avbrott annat	19:20:43	20:33:09	85-05-13
Förflyttning	20:33:24		85-05-13
Fältarbete mittfält	20:36:15		85-05-13
Avbrott annat	20:59:02	21:25:11	85-05-13
Avbrott stenplockning	21:26:37	21:28:03	85-05-13
Avbrott natt	22:31:48		85-05-13

Figur 6:13

Registrerade händelser från den 13 maj 1985.

I figur 6:13 återges uppgifter från det tidsdiskreta mätsystemet. Med hjälp av detta kan händelser etiketteras, geografiska förflyttningar kan beskrivas mm.



Figur 6:14

Av det tidsdiskreta mätsystemet registrerade avbrott och deras fördelning på olika typer vid plöjning på skifte tre. Avbrottstiden i minuter redovisas för varje typ av avbrott. Registreringarna härrör i detta fall från en och samma mättraktor som uppgifterna i figur 6:13 ovan. Registrerande traktor är den traktor som förekommer i 5.2.2.2. (Lassning/lossning 0,08%, Förflyttning 0,27%, Skogsarbete 3,9%, Inomgårdsarbete 17,14%, Förflyttning bort 0,59%, Fältarbete vändteg 5,3%, Fältarbete mittfält 54,04%, Förflyttning hem 4,74%, Avbrott 4,59%, Annat 9,38%)

Det tidsdiskreta mätsystemets information kan bearbetas på flera sätt. I figur 6:14 har information från en mättag utnyttjats så att de olika arbets- och avbrotts-orsakerna får redovisa sina tidsåtgångar. Registrerade uppgifter vilka ligger till grund för figur 6:14 redovisas i figur 6:13 ovan.

6.3 GÅRDSSPECIFIK INFORMATION (Metadata)

För att riktigt tolka de av de båda insamlingssystemen registrerade värdena kompletteras dessa med manuellt insamlade data. Dessa data är av metadata typ.

Genom att logiskt lagra information kring arbetsuppläggning och arbetsmetoder kan insamlade data tolkas mer generellt.

6.3.1 Brukarinformation, odlingsteknik

På varje företag som utnyttjat försökstraktorerna har upprättats ett register bl a över vilka metoder som kommer till användning vid odling med hjälp av den befintliga maskinparken.

Nummer	Redskap	Körmönster	Produktions- medel	Kommentar
1	Harv	Fram och åter	0	
2	Harv	Vinkel	0	
3	Konstgödsel	Fram och åter	460 kg/ha	NP 26.6
4	Harv	Fram och åter vinkelrät plöjn.	0	
5	Sådd	Fram och åter	230 kg/ha	Korn utsäde
6	Vältning	Runt	0	
7	Sprutning	Fram och åter	200 liter/ha	Ogräs
8	Tröskning	Fram och åter	ca 4200 kg/ha	Skörd
9	Plöjning	Teg	0	
10	Styvpinne- sladd	Fram och åter	0	Höst- harvning

Figur 6:15 Ett utdrag ur MIMER-databasen vilket skildrar en tillämpad odlingsteknik för den korngröda som har odlats före plöjningen den 25 augusti 1986, på det skifte som visas i figur 6:2.

6.3.2 Grödor, maskinpark

Information rörande varje företags unika maskinpark, dess grödval och de skiften som odlas lagras även den in i en MIMER-databas.

Ur tabellen GÄRDMASK hämtas följande data med kommando: GET GÄRDMASK.*
WHE GÄRDID EQ 86001;

GÄRDID	REDKOD	BREDD	VOLYM	DATA- BLAD	ALDER	ANT
86001	86001	5500	0	1022	1977	HARV
86001	86002	12000	1000	1043	1980	KONSTGÖDSELSPRIDARE
86001	86003	3000	400	1050	1978	SÅMASKIN
86001	86004	6000	0	1060	1971	VÄLT
86001	86005	10000	600	1072	1973	LANTBRUKSSPRUTA
86001	86006	4800	0	1021	1986	STYVPINNESLADD
86001	86007	3800	0	1020	1970	TALLRIKSREDSKAP
86001	86008	2800	0	1021	1978	KULTIVATOR
86001	86009	1050	0	1003	1974	TEGPLOG 3 SKAR
86001	86010	1400	0	1003	1976	TEGPLOG 4 SKAR
86001	86011	3000	2100	2101	1982	SKÖRDETRÖSKA

Figur 6:16

Utdrag ur MIMER-databasen över en gårds maskiner. Gården odlade 1986 nio skiften och hade på dem fyra olika grödor (Jämför följande figurer). Denna maskinpark användes vid odlingen så som beskrivits i texten.

Ur tabellen ODLING hämtas följande data med kommando:
GET ODLING.* WHE GÄRDID EQ 86001;

GÄRDID	SKIFTEID	GRÖDA	OTEKNIK	SKÖRD
86001	86001	KORN	861	4183
86001	86002	KORN	861	4183
86001	86003	HAVRE	862	5420
86001	86004	HÖSTVETE	863	4112
86001	86005	HÖSTVETE	863	4112
86001	86006	VÄRRYBS	864	2401
86001	86007	KORN	861	4183
86001	86008	VÄRRYBS	864	2401
86001	86009	HÖSTVETE	863	4112

Figur 6:17

Utdrag ur MIMER-databasen över en gårds odling av grödor 1986. Gården odlade 1986 nio skiften och hade på dem fyra olika grödor. I tabellen kan utläsas vilket skifte som odlade viss gröda och vilken odlingsteknik som var aktuell. Skörden gäller angivet år, se skiftesnummer.

I tabellen odling framgår hur skiftena används ett givet år på lantbruksföretaget. På grund av växtföljden kommer grödorna att vandra mellan skiftena.

Ur tabellen SKIFTEN hämtas följande data med kommando: GET SKIFTEN.* WHE GÄRDID EQ 86001;

GÄRDID	SKIFTEID	SNAMN	TRPAVST	AREAL	BREDD
86001	86003	LOGEN	20	60	220

JORDART	STENGRP	DRANAR	HINDERID	VÄGKLASS
mh ML	2			10

Figur 6:18 Utdrag ur MIMER-databasen över en gårds skiften. Gården odlade 1986 nio skiften (se figur 6:17). Här redogörs för några av under 1986 aktuella attribut för skifte tre 1986.

Ett givet skifte har flera unika egenskaper. I figur 6:18 framgår vilka attribut skifte tre hade 1986.

Ur tabellen ODLTEKN hämtas följande data med kommando: GET ODLTEKN.* WHE GÄRDID EQ 86001 AND OTEKNIK EQ 862;

GÄRDID	OTEKNIK	STEG	REDKOD	KÖR-MONST	PROD-MIN1	PROD-MIN2	ANT
86001	862	1	86001	SNE	0	0	N28
86001	862	2	86001	SNE	0	0	
86001	862	3	86002	DVD	390	0	
86001	862	4	86001	TVA	0	0	UTSADE
86001	862	5	86003	DVD	230	0	
86001	862	6	86004	RUN	0	0	
86001	862	7	86005	DVD	200	0	HÄRVNING
86001	862	10	86006	LÄN	0	0	

Figur 6:19 Utdrag ur MIMER-databasen över en gårds odlingsteknik. Gården odlade 1986 fyra skiften (se figur 6:17). Här redogörs för odlings-tekniken vid odling av havre, som var aktuell på skifte tre 1986.

Den i figur 6:19 återgivna odlingstekniken är av betydelse vid syntetisk beräkning av arbetsåtgången för odling. Redskapen förtäljer om arbetsbredd och arbetshastigheter vid fältarbete, volymer berättar om transportbehov. Körsätt indikerar vilket körmönster som kommer till användning vid bearbetningen med respektive redskap. Steg indikerar i vilken ordning operationerna utförs.

6.4 MÄTORGANISATORISK INFORMATION (Metadata)

Vid mätningar av den typ som genomförs i projektet gäller det att undvika redundans i de uppgifter som registreras. Vidare kan det vara på sin plats att ange till synes små händelser. Den största delen av datamängden bearbetas ju långt efter det att den registrerats.

Ur tabellen MÄTBOK hämtas följande data med kommando: GET MÄTBOK.* WHE GÄRDID EQ 86001 AND DATAFIL CO '8608';

GÄRDID	DATUM	SKIFTEID	REKOD	ANM
86001	860821	86003	86010	PLÖJNING
86001	860825	86003	86010	PLÖJNING
86001	860826	86004	86100	SPANNMALSTRANSFÖRT
86001	860827	86004	86100	SPANNMALSTRANSFÖRT
86001	860827	86009	86006	SLADDNING
86001	860827	86009	86100	FM SPANNMALSTRANSFÖRT
86001	860828	86005	86010	PLÖJNING

Figur 6:20 Exempel på uppgifter ur "Mätataboken", även den inlagd i MIMER-databasen i form av tabell MÄTBOK.

I figur 6:20 återges ett utdrag ur en tabell MÄTBOK som fungerar som minne för åtgärder. Data härstammar från en lista som funnits i traktorhytten. Dessa uppgifter kompletterar de data som samlas in via de tidskontinuerliga, respektive tidsdiskreta insamlingssystemen.

Ur tabellen RÅDATA hämtas följande data med kommando: GET RÅDATA.* WHE GÄRDID EQ 86001 AND DATAFIL CO '860825';

GÄRDID	DATAFIL	MIN	EVA-BLOCK	TYP	TAPEID	START	SLUT
86001	LZH512DA 860825 .DAT	821	231	861	ATM103	7.32	21.15

Figur 6:21 Exempel på uppgifter ur tabell RÅDATA i MIMER-databasen. Angivet exempel gäller uppgifter om de mätdata vilka ligger till grund för i kapitel 5 återgivna diagram.

Tabellen rådata är nyckel till alla insamlade data. Med tabellens hjälp går det att selektera fram mättdagar. Uppgifter i tabellen används i SAS-program för att styra vilka data som bearbetas. Kolumnen minuter ger snabbt besked om mängden insamlade värden från respektive dag.

7 DISKUSSION

7.1 INLEDNING

Att registrera arbets- och maskininsatser automatiserat med utrustning som lånas ut till lantbrukaren är ingen vanlig mätmetod. Utarbetandet av den här presenterade utrustningen har gett flera metodkunskaper. Hanteringen av data är tillämplig på fler variabler än de som registreras här. Därför har modellen för datalagring redovisats utförligt.

Man kan konstatera att vi nu har en metod för att samla, lagra och återvinna data på ett automatiskt och systematiskt sätt. En modell för att tolka data erfordras, jämför figur 1:1. Önskvärt är att tolkningen kan ge besked om vissa uppmätta parametrars spridningsmått och tidsberoende så att vald modell kan erhålla hög förklaringsgrad.

Den höga förklaringsgraden är kopplad till en önskan att prediktera arbetsbehovet på ett enskilt företag vid variation av parametrar som berör följande grupper:

- * maskiner (t ex storlek och användning)
- * grödor (t ex areal och slag)
- * skiftesutformning (t ex areal, fältgränser, antal)
- * transportavstånd
- * odlingsteknik (sekvens vid odling av viss gröda)

Modeller med hög förklaringsgrad har olika användningsområden och nyttjare. Driftledarfunktionen kräver sin förklaringsgrad, operatören en annan. Ägaren till en jordbruksfastighet behöver sin modell.

Modeller med allt högre förklaringsgrad kommer att mer och mer efterlikna verkligheten. De måste dock vara hanterligare än den, annars förlorar de ju sin användbarhet. Datafångsten till modeller är i detta sammanhang en känslig punkt. Modellernas förmåga att i sig innefatta biologiska och tekniska relationer är en annan restriktion. Ofta önskar vi ju oss lättfattliga modeller, men var går gränserna för hur högt pris vi är villiga att betala för en ökad matematisk precision i skattningen. Med pris avses här icke blott i monetära termer utan mera i form av arbetstid(datafångst), tid för inläring och bearbetning av data.

I lantbruket, vars verksamhet bla styrs av framtida väder, är skattningar av företagets framtida handlingsutrymme med avseende på olika väder av intresse. Åtgärder för att stärka förmågan till anpassning måste ofta påbörjas i god tid innan den förstärkta förmågan efterfrågas. En modell för daglig styrning med god upplösning i modellbeskrivningen kan ge information om företagets begränsningar i framtida handlingsförmåga.

Modeller av dag till dag-typ fordrar data av den typ som samlats in i detta projekt.

Kanske står vi än mera i en brytpunkt nu än 1983 då Programkommittén Teknik (1983) skisserade framtiden och berörde mekaniseringens inverkan på rationaliseringen av arbetsinsatsen. Kanske tiden är mogen för en rationalisering av management särskilt med beaktande av resursinsatser för kontroll av kvaliteten i det utförda arbetet. Planering, administration och processstyrning blir då nyckelord.

Modellbyggnaden för olika planeringshorisonter måste koordineras med de biologiska och tekniska delprocesserna i växtodlingen. Exempel på planeringshorisonter kan vara:

- * fastighetsstruktur
- * företagarens intresse
- * växtföljd och växtföljdscykel
- * produktionscykler
- * odlingsårets delar
- * en enskild produktionslinje
- * veckans arbete
- * dagens arbete

7.2 MODELLEXEMPEL TILL DISKUSSION

7.2.1 Arbetsbreddens och arbetshastighetens inverkan

Nilsson (*1972) introducerade denna enkla formel för beaktande av arbetsbredd och arbetshastighet.

Arbetet h/ha

$$= \frac{10.000 \cdot T}{Ab \cdot Ah} + (K_{sl} + K_{sa}) \quad [7.1]$$

Där: 10000 [m²] = 1 hektar

Ab = Arbetsbredd [m]

Ah = Arbetshastighet [m/h]

T = Tilläggsfaktor [1,2 -- 2,4]

K_{sl} = Korrektion för skifteslängd skild från 200 m).

K_{sa} = Korrektion för skiftesavstånd skild från 1000 m

Tillägget är en faktor i intervallet 1,2 -- 2,4 . Den symboliserar den tid som erfordras för vändningar, transport av redskap till och från fält mm

Tillägget kan tecknas utifrån empiriskt registrerade arbetsbehovstal ur vilka ett rätlinjigt samband kostaterats sedan inverkan av arbetsbredd och arbetshastighet exkluderats.

Alla arbeten anses ske på ett rektangulärt skifte med längden 200 samt bredden 500 meter. Skiftesavståndet är satt till 1000 meter.

Vissa korrekationer bl.a för avvikande längd på fältet samt för avvikande skiftesavstånd kan göras.

Denna formel har utmärkt klarat att prediktera arbetsbehovet för användning i sk bidragskalkyler vilka beaktat varje ha som den andra lik. (Styrnivå 3)

Formeln brister när högre upplösning i prediktion och företagsbeskrivning önskas. (Styrnivåerna 1 och 2)

Förändring av arbetsbredd kan ske genom val av maskin (kapitalinsats) och genom förändring av körskickligheten (utbildning/arbetsinsats).

Förändring i arbetshastigheten är även den kapitalberoende (storlek på traktor) men den beror till stor del även på jordegenskaper (vattenhalt, typ av jord), gröda samt arbetsoperation. Förarens förmåga att hålla den bästa arbetshastigheten vid respektive arbetsoperation beror på informationen till honom om hastighet, arbets-kvalitet, och preferens vad gäller tidsförbrukningen visavi resursförbrukningen.

I formel 7.1 medför en arbetsbreddsförändring, här ökning, på x% (m) samma effekt på arbetsförbrukningen som en ökning av arbetshastigheten med x% (km/h) med bibehållen ursprunglig arbetsbredd. Genomförandet är avhängigt dragfordonets tillgång på drageffekt. Operativt är det dock alltid enklast att ändra körhastigheten.

Formel 7.1 betraktar fälten som en rak körsträcka, vars längd enbart är beroende av redskapets arbetsbredd (10000/Ab). Tillägget innefattar tid för vändningar samt extra tid för vändtegsarbetet, arbetet med ryggar och slutfäror etc.

Dessa sträckor varierar dels med tillämpat körmönster, dels med arealstorleken på det skifte som beaktas. Vid beräkningar av arbetsbehov på ett givet företag kan inte varje hektar anses vara likt något annat. De ligger på olika skiften, har olika transportavstånd, jordarten och dräneringen skiljer. Varje hektar ligger på ett bestämt ställe i förhållande till tillämpat körmönster och har olika odlingshistoria etc.

Formel 7.1 tar ingen hänsyn till transporternas beroende av fältarbetet och vice versa. Typ av transportvägar, kvalitet etc beaktas inte.

På en 100 ha växtodlingsgård med 8 skiften, på vilka odlas 3 slags grödor, korn(33,3%), höstvetete(33,3%) och höstoljeväxter(33,3%), ger formel 7.1 följande årliga körsträcka på skiftena, vid angivna förutsättningar:

Arbets- operation	Arbets- bredd [m]	Arbets- hastighet [km/h]	Körsträcka [km]			
			Korn	Höst- vete	Höst- olje- växter	Totalt
Harvning,	5,8	8	57,4	57,4	57,4	172,2
Konstgödsel	12	7	27,8	27,8	27,8	83,4
Harvning	5,8	8	57,4	57,4	57,4	172,2
Harvning	5,8	8	57,4	57,4	57,4	172,2
Harvning	5,8	8	0	0	57,4	57,4
Sådd	3	9	111,0	111,0	111,0	333,0
Vältning	6	10	55,5	55,5	55,5	166,5
Ogräsbek.	12	8	27,8	27,8	27,8	83,4
Svampbek.	12	8	27,8	27,8	27,8	83,4
Insektsbek	12	8	0	27,8	27,8	55,6
Tröskning	3	4	111,0	111,0	111,0	333,0
Stubb- bearbetning	2,6	6	128,1	128,1	128,1	384,3
Plöjning	1,4	6	237,9	237,9	237,9	713,7
Körsträcka totalt			899,1	926,9	984,3	2810,3

Figur 7:1

Körsträckor vid de olika arbetsoperationerna vid odling av korn höstvetete och höstoljeväxter på en 100 hektars gård. Körsträckorna är beräknade med formel 1 ovan. Figuren redovisar även de arbetshastigheter vilka använts i beräkningar av arbetstidsåtgång.

Sammanlagt blir det 2810,3 kilometers årlig körsträcka på de 100 hektaren. Tidsåtgången är givetvis beroende av arbetshastigheten. Med i tabellen ansatta arbetshastigheter kommer det att ta 431,5 timmar att bruka de 100 hektaren exklusive vändningar och övriga arbeten.

Om förhållandena under året är sådana att arbetshastigheten i genomsnitt kan ökas/minskas med 0,5 km/h på alla arbetsoperationer erhålles följande arbetstider: 398,7 (- 7,6%) respektive 470,6 timmar (+ 9,3 %). Jämför figur 6:5A beträffande spridningen på arbetshastighet.

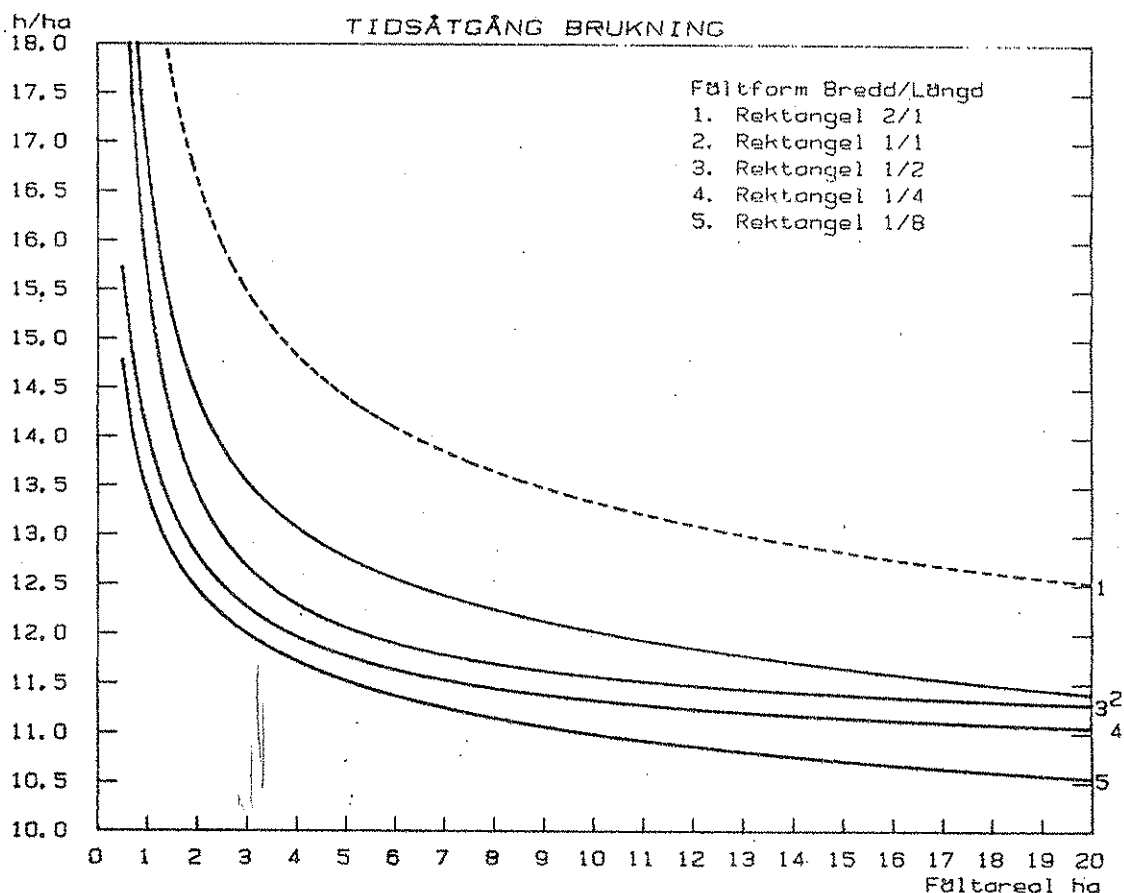
Redan av Konsulentavdelningens rapport 1969 framgår att inverkan av körmönster på ett givet fält(200*400 m) med given redskapsbredd(5,8m) inverkar på den körda sträckan. Jämfört med körsträckeberäkningen i 1 ovan erhålles följande resultat.

Mönster	Körd sträcka [m]	Relationstal [%]
Enligt 1 ovan	13.793	100,0
Dubbel diagonal	14.140	102,5
Fram och åter DvD	14.200	102,9
Rundkörning	14.300	103,7
Snedkörning 45°	15.480	112,3
Tegkörning	16.140	117,0

Figur 7:2 Olika körmönsters påverkan på skifteskörsträckan. Skifte 200*400 meter, harvning harv 5,8 meter. Enligt Konsulentavdelningen (SLU), Teknik 2, 1981(Nytryck).

Redan här framgår att körmönstrets inverkan bör beaktas. Detta gäller särskilt när även transportarbeten inkluderas. Transporter på fält såväl som transporter till/-från brukningscentrum eller mellan skiften kommer att interagera med skifteskörsträckan, pga att avbrott för lastning/lossning, dagens slut etc tillkommer. Det är ganska självklart att dessa variabler bör beaktas på ett mer precist sätt än i form av ett hektartillägg.

Beaktas körmönstrets inverkan, enligt Konsulentavdelningens studie ovan, på vår exempelgårds 8 skiften, erhålles vid antagen arbetshastighet en tidsåtgång på 468,3 timmar dvs en ökning med 8 % (Harvning sker snett i förhållande till plöjningsriktning, vältning och stubbearbetning med rundkörning, tegplöjning, övriga fram och åter drag vid drag, körsträckan blir då 3050,9 km)



Figur 7:3

Olika fältformers och fältarealers inverkan på arbetsförbrukningen vid fältarbete. Ur Elinder, M.F.E., 1984. Figuren återger det beräknade arbetsbehovet för växtodling i produktionsområde Götalands södra slättbygder (GSS), på en växtodlingsgård med för området typisk produktionsgrensmix. Redskapens arbetsbredd är hämtade ur försäljningsstatistik och är de vilka sålts till störst antal inom en 3 årsperiod. Arbets hastigheterna är de nominella hämtade ur Elinder, M.F.E. och Falk, C., 1983. Ett schablonmässigt tillägg på 25% på den effektiva tiden inklusive vändningstider har nyttjats i figuren. Fältformerna anges bredd/längd.

Beaktas sedan fältformens och fältarealens inverkan samt det olika antalet vändningar vid olika körmönster inses att formel 1 kommer till korta vid skattning av arbetsåtgång på ett enskilt företag (Främst styrvagn ett och två).

7.2.1.1 Ny modell

Författaren syftar till att modifiera en äldre modell (Elinder, M.F.E., 1984) för beräkning av körspår på skiften med hänsyn till bl a skiftets och körmönstrets geometri för respektive körmönster. Följande modell skisseras:

Arbetsbehov för vaxtodlingsarbete

$$= f(Ab, Ko, Ah, Sf, Sy, Sh, Sa, At, Ao, Uh, T, Vt, Gr, Kv, Jo, O) \quad [7. 2]$$

Där

- Ab = Arbetsbredd hos redskapet
- Kö = Körmönstret
- Ah = Arbetshastighet vid fältarbete
- Sf = Skiftets form, i första hand i två dimensioner
- Sy = Skiftets yta
- Sh = Skifteshinder, stolpar etc
- Sa = Skiftets avstånd från brukningscentrum
- At = Arbetshastighet vid transport
- Ao = Arbetsoperationen, jordbearbetande, spridande etc
- Uh = Underhålls- och förberedelseid
- T = Tidpunkt, arbetsoperationssekvens etc
- Vt = Väntegstillägg, dubbelspridning, extra körsträckor etc pd
- Gr = Gröda
- Kv = Kvantiteter, tillsatser, avkastning
- Jo = Jordart
- O = Övrigt

Tillämpliga arbetshastigheter och deras spridningsmått kan lämpligen utvinnas ur insamlade värden och kompletteras med differentiering av hastigheten med beaktande av dragfordonets effekttillgång. Skillnader mellan olika redskap och jordarter kan sökas.

Övriga parametrar erhålles från gårdsspecifika data, karta, och företagare.

7.2.2 Erfordeliga transporters arbetsbehov 62

Ur modell 7.2 kan även behoven av och den sekventiella turordningen för transporter bestämmas om hänsyn toges till respektive redskaps transportbehov, gröda och skiftets avstånd från ett definierat brukscentrum samt inverkan av vädret. Uppmätta data upptar även arbetshastigheter vid vissa transporter samt deras spridningsmått.

En god modell behövs för att klara av att beskriva interaktionen mellan flera redskap och arbetsoperationer i tiden med beaktande av avbrott pga väder och maskinfel etc.

Författaren avser att komplettera modellen i 7.2 med transportberäkningar, samt med nödvändig logik för att medge märkning av interaktionspunkter orsakade av stokastiska processer.

7.2.3 Hantering av arbetsoperationernas sekvens

Då flera produktionsgrenar förekommer på en gård krävs en princip beslutad av ledningen och effektuerad av fördelningsprinciper för att konkurrensen mellan de olika produktionsgrenarna skall hanteras på ett sätt som främjar helheten.

Modeller som kan beskriva denna typ av struktur är ofta med fördel utformade som simuleringsmodeller av blandat diskret/kontinuerlig typ. Behovet av denna modellform ligger i att flera aktörer är aktuella i varje tidsmoment. Väntetider mellan aktörerna uppkommer beroende på organisation och styrsignaler från fördelnings- och ledningsfunktionerna samt på kontinuerliga och stokastiska processer givna av miljön.

Att korrekt beskriva denna tidskomplexa händelseserie är svårt. Det mätsystem som här använts är ett försök till att skatta storleksordningen på de faktorer som påverkar helheten. Märk väl att den verklighet som kan återskapas med insamlat material inte är den som studerats utan endast en skattning av den.

Viktigast kan dock vara att alla styrnivåerna delar samma grundmodellsyn och ständigt är medvetna om gränserna för varandras styrmöjligheter visavi det överordnade målet, lantbruksföretagets fortbestånd.

Det resulterande arbetsbehovet vid växtodling är delvis beroende på tekniskt relaterade variabler och delvis på variabler som är relaterade till operationell styrning av lantbruksföretagets hela växtodling samt övriga produktionsgrenar vid företaget.

7.3 VARIATIONEN I INDATA

Den variation som kan observeras i de data som återges i kapitel 6, är till en del resultatet av den på varje gård givna kombinationen av skifte, gröda, maskiner, arbetsorganisation, väderlek och förare. För att särskilja dessa utarbetas en beräkningsmodell som redovisats principiellt ovan, utförligare redovisning i Elinder, M.F.E., 1987,B.

7.3.1 Arbetsbredd

I föreliggande studie har inte arbetsbredden studerats särskilt. De redovisade arbetsbredderna är de nominella. Vilka reella arbetsbredder som har kommit till användning har inte studerats. Skillnaden mellan nominell och reell anses här vara sådan att den nominella avser konstruktiv arbetsbredd medan reell arbetsbredd är den arbetsbredd som utnyttjas. Den reella är alltid mindre än/ eller lika med den nominella enligt detta synsätt. Den reella arbetsbredden beror på valt körmönster, konstruktionens egenskaper samt förarens förmåga.

7.3.2 Arbetshastighet

En av de viktigaste variablerna näst maskinens arbetsbredd är arbetshastigheten. Valet av arbetshastighet och förmågan att hålla denna valda hastighet påverkar arbetsåtgången kraftigt, och därmed kalkylprediktaten på grund av dess multiplikativa effekt. Med hjälp av bland annat de i kapitel 6.2.3 återgivna frekvensdiagrammen kan bedömningar göras för hur hög/låg den verkliga arbetshastigheten är och likaledes kan bedömningar göras över hur dessa kurvor kan förändras av olika åtgärder från de olika styrnivåerna (1, 2 och 3 i figur 1:3).

Det insamlade materialet kan ge besked om arbetshastighetens fördelning vid olika redskap och jordarter.

Kunskap om verklig arbetshastighet är väsentlig dels för föraren, dels då man önskar mäta sträcka och avverkning. Till sist är ju arbetshastighet en nödvändig information för att det skall vara möjligt att förutsäga arbetsbehovet.

7.3.3 Bränsleåtgång

För att besvara frågor kring bränsleförbrukning och effektåtgång är det nödvändigt att mäta bränsleåtgången. Volymmässig mätning kan erhållas relativt billigt. Behövs det korrekationer av det uppmätta värdet på grund av bränslets utvidgning vid upphettning? Temperaturvariationerna så som de återgivits i Appendix A figur A:4 tyder på detta, även erfarenheter från lastbilar pekar på detta behov. Pg

Bränsleförbrukningen i kombination med använd växel samt motorvarv kan användas för att kontrollera om högre körhastighet är möjlig.

Insamlat material kan ge besked om vilken bränsleåtgång man bör förvänta sig vid arbete med olika redskap, och därmed önskvärd tillgång på effekt. Skillnader mellan jordarter kan belysas.

7.3.4 Effekttuttag

Det momentana effekttuttaget kan utgöra en användbar information till föraren eller en växlingsautomatik. Med effekttuttaget som grund verifieras om man kör på "rätt" växel. Givetvis finns det andra aspekter på vad som är "rätt" växel. Det gäller här att finna en metod som är tillförlitlig och billig. Räcker det med att beräkna effekttuttaget utifrån aktuellt bränsleuttag samt kända motoregenskaper?

Jämför bränsleförbrukningen och växelanvändning.

Insamlade data kan illustrera effektens beroende av jordart och körhastighet för olika redskap.

7.3.5 Växelanvändning

Information om vilken växel som utnyttjas samt om vilket effektuttag som används, motorvarv mm ger information om hur väl växellägena blivit valda på konstruktionsbordet. Hur väl utnyttjas traktorns möjligheter av föraren?

Insamlade data ger information om möjligheterna till att använda någon annan växel.

7.3.6 Maskinutnyttjande

Maskinutnyttjandet bestäms till stor del av den organisation och den sekvens i arbetet som maskinerna blir insatta i. Speciellt gör detta sig märkbart i jordbruket vars arbetsförhållanden i växtodlingen formas av dels aktuellt, dels "historiskt" väder. Grödorna ger vissa andra förhållningsorder och marken sina. I styrvivåerna 1 till 3 i figur 1:3 har man att styra användningen av sina maskiner så att intäkten blir god även under dåliga yttre (miljö) och inre (felfunktion hos artifakter) omständigheter. Vilka styr- och ändrings- (reglerings-) möjligheter ger olika maskiner och kombinationer med en given odlingsteknik?

Med uppgifter ur figurerna 6:10 -- 6:14 kan arbetsåtgången beräknas. Den därvid erhållna tiden kan ställas mot syntetiskt beräknat arbetsbehov. Skillnaden skall kunna förklaras till stor del med hjälp av metadata-informationen! (figurerna 6:15 -- 6:20)

Mätningarna ger blott upplysning om ett fåtal organisationsformers resulterande maskinutnyttjande. Upplösningen är dock stor. Avsikten är att man skall kunna skatta tidsomfång och frekvens vad gäller avbrott vid olika arbeten.

Vissa principiella skillnader mellan tex kreatursgårdar och växtodlingsgårdar kan belysas med data ur insamlat material.

Odlingstekniken, dvs hur lantbrukaren avser att kombinera sina maskinresurser(jfr kapitel 6.3.1 ovan) vid odling av viss gröda på visst sätt på ett givet skifte, är utmärkt information vid generering av syntetiska arbetsbehovstider.

Med den typ av information vilken återgivits i figurerna 6:15 och 6:16 är det möjligt att beräkna gårdsunika arbetsbehov och med hjälp av brukarinformationen kan flaskhalsar i organisationen spåras. Med uppgifter ur figurerna nedan har en mer precis beskrivning av förhållandena vid måttillfället erhållits.

Uppgifterna kan vidare användas för att syntetiskt beräkna ett arbetsbehov för en alternativgröda som produceras med en given maskinkombination.

7.4 BETYDELSEN AV PRECISION I DATA

Kravet på precisionen i data ställs ytterst av den modell vari data skall användas. Automatiserade styrmodeller (kort sikt) har stora krav på data vad gäller kvalitet och tillgänglighet. Modeller vilka beaktar ett större tidsintervall ställer krav på meta data om data, hur data förändras. 1e-

Data med goda kvalitetsegenskaper är "dyra", varför det är av vikt att känna till vilket behov av data som olika tidshorisonter ställer på respektive modell. 1e-
1d

7.5 BETYDELSEN AV VALIDERINGSMODELLER OCH DATA

Värdet av data ligger i deras riktighet vid användningen att postulera ett framtida värde. I denna studie fästs stor vikt vid de frekvens- och spridningsmått som denna typ av här insamlade värden kan ge. Med hjälp av spridningsmått och kunskap om under vilka omständigheter data uppmätts kan bättre bedömningar göras som grund för skattningar och postulat.

För att hantera alla de olika variabler vilka interagerar i ett lantbruksföretags växtodling vad gäller maskinanvändningen, erfordras en tankemodell. Denna skall dels kunna återspegla de förhållanden vilka rådde vid datafångsten, dels kunna beskriva en valfri gårds växtodling. Vilka parametrar och vilka variabler behöver en sådan modell? Frågan kan inte till fullo besvaras utan att modellen först byggs.

Av det föregående framgår att de samband (interaktioner) vilka ligger i en gårds växtodlingssystem är viktiga att få fram. Vilka är påverkbara, på vilka tidshorisonter, till vilken kapitalinsats samt vilka är inte påverkbara? En maskin/maskinkombinations nytta ligger ju däri att den genom sin existens tillförsäkrar användaren en säker intäkt förknippad med låga rörliga och fasta kostnader och med liten påverkan på miljön (Fail-Safe).

Att efterfråga större precision i prediktaten kostar resurser, dels i form av artefakter för mätning/registrering/tolkning av data, dels i form av tid för skötsel av dessa, samt tid för utbildning.

Modelluppbyggnad och modellstudie innebär en kompetensuppbyggnad som kan medverka till att besvara frågor som berör datahanteringen i företaget vad gäller datafångst, bearbetning och selektion för lagring. Datafångsten berör givarutformning och prestanda. Bearbetning berör frågor som vilka styrfunktioner efterfrågar vilka data och när. Selektionen gäller bedömningar vad gäller mängden data att samlas och lagra, vilka är styrfunktionernas behov och krav.

7.6 DET FORTSATTA ARBETET

Det fortsatta arbetet kommer nu att inrikta sig på att realisera en modell för beräkning av arbetsinsatsen vid ett lantbruksföretags växtodlingsarbeten (7.2 ovan). Detta görs utifrån ett funktionellt helhetsperspektiv där grödval, maskinval, tillgängliga skiften, transportvägar, ekonomi genom vald odlingsteknik och styrfilosofi ligger till grund för de samband vilka tillsammans ger arbets- och maskininsatsen i växtodlingen på den studerade skifteskombinationen (gården). Tillika ges de ekonomiska konsekvenserna av gjorda val. (Jämför inledande kapitel 1.7)

Önskvärd precision i data kan med tillhörande ekonomiska preferenser utvärderas bl a genom känslighetsanalys med hjälp av ovanstående modell.

8 LITTERATURFÖRTECKNING

Litteraturen har uppdelats i tre delar, nämligen vanliga litteratur-referenser, programmeringshjälpmedel och hårdvarulitteratur, främst då på givare.

8.1 VANLIGA LITTERATURREFERENSER

Brodie, L. 1981

Starting FORTH, Forth, Inc.
Prentice-Hall, Inc Englewood Cliffs, New Jersey, 1981
ISBN 0-13-842922-7 (pbk)

Bäckström, M. 1973

Systemarbetets metodik,
Studentlitteratur, Lund, 1977,
ISBN 91-44-07061-6

Date, C.J. 1975

An introduction to data-base systems.
Addison-Wesley, Reading, Mass., USA

Descartes, R. 1637

Discours de la Methode

Elinder, M.F.E. 1979

Datormodell för olika faktorerers inverkan på avverkningen vid
jordbearbetning. Seminarium,
Institutionen för arbetsmetodik och teknik, Sveriges
Lantbruksuniversitet. Uppsala, december 1979.

Elinder, M.F.E. och Falk, C. 1983

Arbets- och maskindata inom jordbruket.
Konsulentavdelningen/teknik och
Institutionen för arbetsmetodik och teknik,
Sveriges Lantbruksuniversitet, Maskindata nr 6, Uppsala.
ISBN 91-576-1738-4

Elinder, M.F.E. 1984

Arbetsbehov för Växtodling, -en system och datormodell.
Institutionen för arbetsmetodik och teknik, Sveriges
Lantbruksuniversitet, Institutionsmeddelande 84:02, Uppsala.

Elinder, M.F.E. 1988:A (= denna skrift)

Mätning av maskin- och arbetsinsatsen i växtodling,
- Beskrivning av ett automatiserat system,
- presentation av mätdata.
Institutionen för lantbruksteknik, Rapport 126, Sveriges
Lantbruksuniversitet, Uppsala.

- Elinder, M.F.E. 1988:B (Ej publicerat manuskript)
Teori för beräkning av arbets- och maskininsatsen i
växtodling. Institutionen för Lantbruksteknik, Sveriges
Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Grahm, L. och Hertz, H. 1971
Fysik, fysikalisk mätteknik,
Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm,
- Ingeniörsvetenskapsakademiens meddelande 141 1965
Arbetsstudier i matematisk-statistisk belysning.
Ingeniörsvetenskapsakademiens meddelande 141, Stockholm.
- Jonsson, B. 1981
Vårbruket detaljstuderat på mellansvensk gård. Skogs- och
Lantarbetsgivareförbundet (SLA),
Arbetsekonomi Nr 1, 1981, 4 s.
- Konsulentavdelningens rapporter, Teknik 2 1981
Metodbeskrivning av typarbete, plöjning. Sveriges
lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala.
- Maelsaac, D.A., Ellis, W.R. och Sokol, D.G. 1985,
Electronic Instrumentation for World Agricultural Markets,
American Society of Agricultural Engineers,
(ASAE)/SAE 85-1122, IOWA, 1985
- Massey Fergusson, 1987
Information traktorserie 3000
Olema AB, Uppsala.
- Nielsen, V. 1982
Insamlingsmetoder, NJF-seminar, 1982, Sjö Byggholm, 1982.
- Nilsson, B. 1972
Handbok i arbets- och maskindata, Lantbrukshögskolans
meddelande serie B nr 18, Uppsala.
- Nordström, O. 1976
Förbränningsmotorn, konstruktion, funktion, driv och
smörjmedel. LT:s förlag, Borås 1976
ISBN-91-36-00259-3
- Programkommitté teknik 1983
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala.
- RENAULT-Information nr 75 1984
Informationsbroschyr på franska rörande avgastemperatur-
mätning
Régie Nationale des Usines Renault Agriculture Information &
Documentation Techniques Après-Vente-Service
7248 - BP 315 - 72007, Le Mans Cedex, Frankrike.

- Richardsson, N.A. och Lanning, R.L. 1982
True Ground Speed Measurement Techniques,
SAE Technical Paper Series, 82-1058,
Wisconsin, USA, 1982
- Sandberg, G. 1981
A primer on relational data-base concepts. International
Business Machines Corporation
(IBM) JOURNAL, Vol 20, No 1, 1981.
- SMS 1983
Remiss nr 1299, Lantbruk Terminologi, Mars 1983 Sveriges
Mekanförbunds Standardcentral (&SMS&)
- SMS 1972
SMS 2876, Lantbruk Terminologi, skall ersättas av SMS, 1983
Sveriges Mekanförbunds Standardcentral (&SMS&)
- Sokol, D.G. 1985
Radar II, A Microprocessor-based True Ground Speed Sensor,
American Society of Agricultural Engineers,(ASAE) 85-1081
- SS 3424 1981
Svensk Standard (SS), Terminologi för sådd och sättnig
- SS 3423 1981
Svensk Standard (SS), Terminologi för jordbearbetnings-
utrustning
- SS 3422 1981
Svensk Standard (SS), Terminologi för nyodlingsutrustning
- Tsuha, W., McConnell, A.M. och Witt, P.A. 1982
Radar True Ground Speed Sensor for Agricultural and Off Road
Equipment, SAE 85-1059.
- 8.2 PROGRAMMERINGSHJÄLPMEDEL
- Brodie, L. 1981
Starting FORTH, FORTH Incorporated, Hermosa Beach,
Californien 90254, USA, Prentice-Hall, Inc.,
Englewood Cliffs, New Jersey 07632, USA.
ISBN 0-13-842922-7 (pbk.)
- Digital Co. 1984
Guide to Vax/VMS Disc and Magnetic Tape Operations,
Digital Equipment Corporation, Maynard, Massachusetts,
VAX/VMS version 4.0 Sept 1984

Hewlett-Packard Co 1979

HP82143A Printer, Owner's Handbook and Programming Guide,
Hewlett-Packard Company, USA, November 1979,
(HP 82143-90001 Rev B 11/79)

Hewlett-Packard Co 1980

HP-41 C/CV Alphanumeric Programmable Scientific Calculator,
Owner's Handbook and Programming Guide, Hewlett-Packard
Company, USA, March 1980,
(HP 0041-90001 Rev C 3/80)

Hewlett-Packard Co 1981

HP82160A HP-IL / HP-41 Anslutningsenhet, Interface Owners
Manual, Hewlett-Packard Company, Singapore, Februari 1981,
(HP 82160-90007)

Hewlett-Packard Co 1981

HP82161A Bandkassettenhet Instruktionsbok, Hewlett-Packard
Company, USA, Februari 1981,
(HP 82161-90007)

Hewlett-Packard Co 1981

HP82162A Termoskrivare Instruktionsbok, Hewlett-Packard
Company, Singapore, April 1981,
(HP 82162-90006)

Hewlett Packard Co 1981,

HP-1000-manual, RTE6/VM Terminal User's Reference Manual,
First Edition, Dec. 1981 (Chapter 3, File Manager Commands),
Sida 3-128 till 3-133, under ST
(Transfer Data and Create File)

Hewlett-Packard Co 1981

HP82166A HP-IL Converter Technical Manual, Hewlett-Packard
Company, USA, November 1981,
(HP 82166-90002)

Hewlett-Packard Co 1982

HP82182A Time Module - HP-41 ROM Owners Manual Hewlett-
Packard Company, USA, Januari 1982,
(HP 82182-90001)

Hewlett-Packard CO 1982

HP82183A Extended I/O Module HP-41 ROM owners manual,
Hewlett packard Company, USA, December 1982
(HP 82183-90001)

Hewlett-Packard Co 1982

HP4468A Data acquisition/control ROM pac users manual.
Hewlett packard Company, USA, December 1982
(HP 44468-90050)

Kane, G., Harper, S. och Ushijima, D. 1982.

The HP-IL system: An introductory guide to the Hewlett-Packard Interface loop. OSBORNE / McGraw-Hill,
630 Bancroft Way, Berkley, California 94710, 1982.
ISBN 0-931988-77-2
(HP part no HP92233A)

Hewlett-Packard Co 1983

HP82164A HP-IL / RS-232-C Interface Owners Manual, Hewlett-Packard Company, USA, Mars 1983,
(HP 82164-90002)

Hewlett-Packard Co 1983

HP-71 Owner's Manual and Programming Guide, Hewlett-Packard Company, USA, April 1984,
(HP 0071-90001 Rev C)

Hewlett-Packard Co 1983

HP-71 Reference Manual, Hewlett-Packard Company, USA, May 1984,
(HP 0071-90010)

Hewlett-Packard Co 1983

HP82169A HP-IL / HP-IB Interface Owners Manual, Hewlett-Packard Company, USA, August 1983,
(HP 82169-90001 Rev B)

Hewlett-Packard Co 1984

HP82401A HP-IL - HP-71 Interface Owner's Manual, Hewlett-Packard Company, USA, November 1984,
(HP 82401-90001 Rev. B)

MIMER Information Systems AB 1984

MIMER Database manager (MIMER /DB) Reference-Manual
(PS MIMER version 3.1.7C och 4.1.1 har använts) MIMER
Information Systems AB, Uppsala 1984

MIMER Information Systems AB 1985

MIMER Query and Command Language (MIMER/QL) User Manual
(PS MIMER version 3.1.7C och 4.1.1 har använts)
MIMER Information Systems AB, Uppsala 1985

Statistical Analysis System (SAS)

SAS/ Introductory Guide, 1978,
ISBN 0-917382-05-3
SAS/ BASICS Users Guide, Version 5 Edition, 1985,
ISBN 0-917382-65-X
SAS/ GRAPH Users Guide, Version 5 Edition, 1985,
ISBN 0-917382-68-4
SAS/ STATISTICS Users Guide, 1982,
ISBN 0-917382-32-3
SAS-Institute Incorporated, Cary, NC, USA.

8.3 HÅRDVARULITTERATUR

Electra Control Kullavik AB 1983

 Dieselbränslemätare BMK 8212, Electra Control Kullavik AB,
 Box 143, S-430 41 KULLAVIK

ELFA-katalogen 1984

 ELFA Nr 32,

 ELFA Radio & Television AB, 171 17 SOLNA

Hottinger-Baldwin Messtechnik GMBH, (HBM) 1982

 Användar&Monterings handledning till lägesgivare på
 tyska/engelska, HBM GMBH,
 Postfach 4235, D-6100 Darmstadt, Tyskland.

OEM-Automatik AB 1983

 Induktiva givare, OEM-Automatik AB, Box 428, S-573 01 TRANAS,
 Tel: 08-16 07 75

Nefab 1985

 Plywoodlådor, Nefab, Runemo, S-822 00 ALFTA,
 Tel: 0271-1 51 00

Thermius Electronics 1983.

 HP-IL Data logger DL-SLU-83, Thermius Electronics,
 PI 2199, S-936 00
 BOLIDEN

INNEHÅLL

1 APPENDIX A	1
1.1 INLEDNING	1
1.1.1 Presentationssätt	1
1.2 RESULTAT OCH SAMBAND	1
1.2.1 Lufttemperatur [Grad Celsius]	2
1.2.2 Bränsletemperatur [Grad Celsius]	6
1.2.3 Effektuttag [kW]	10
1.2.3.1 Reglerstängens läge [Volt]	10
1.2.3.2 Avgasernas temperatur [Grad Celsius]	14
1.2.4 Höger bakhjuls arbetshastighet [km/h]	18
1.2.5 Slirning som skillnad mellan arbetshastighet och höger bakhjul [%]	22
1.2.6 Motorvarvtal [Hz]	26
1.2.7 Referensspänning [V]	30

FIGURER

A:1 Datadiagrammens principiella utseende	1
A:2 A Lufttemperatur, diagram av mätdata	2
A:2 B Lufttemperatur, diagram av filtrerade mätdata	3
A:3 A Lufttemperatur, frekvensdiagram av mätdata	4
A:3 B Lufttemperatur, frekvensdiagram av filtr. mätdata	5
A:4 A Bränsletemperatur, diagram av mätdata	6
A:4 B Bränsletemperatur, diagram av filtrerade mätdata	7
A:5 A Bränsletemperatur, frekvensdiagram av mätdata	8
A:5 B Bränsletemperatur, frekvensdiagram av filtrerade mätdata	9
A:6 A Reglerstängens läge, diagram av mätdata	10
A:6 B Reglerstängens läge, diagram av filtrerade mätdata	11
A:7 A Reglerstängens läge, frekvensdiagram av mätdata	12
A:7 B Reglerstängens läge, frekvensdia. av filtr. mätdata	13
A:8 A Avgastemperatur, diagram av mätdata	14
A:8 B Avgastemperatur, diagram av filtrerade mätdata	15
A:9 A Avgastemperatur, frekvensdiagram av mätdata	16
A:9 B Avgastemperatur, frekvensdiagram av filtr. mätdata	17
A:10 A Höger bakhjuls arbetshastighet, diagram av mätdata	18
A:10 B Höger bakhjuls arbetshastighet, diagram av filtrerade mätdata	19
A:11 A Höger bakhjuls arbetshastighet, frekvensdiagram av mätdata	20
A:11 B Höger bakhjuls arbetshastighet, frekvensdiagram av filtrerade mätdata	21
A:12 A Slirning, diagram av mätdata	22
A:12 B Slirning, diagram av filtrerade mätdata	23
A:14 A Slirning, frekvensdiagram av mätdata	24
A:14 B Slirning, frekvensdiagram av filtrerade mätdata	25
A:15 A Motorvarvtal, diagram över mätdata	26
A:15 B Motorvarvtal, diagram över filtrerade mätdata	27
A:16 A Motorvarvtal, frekvensdiagram över mätdata	28
A:16 B Motorvarvtal, frekvensdiagram över filtr. mätdata	29
A:17 Referensspänningens nivå under en mättag	30

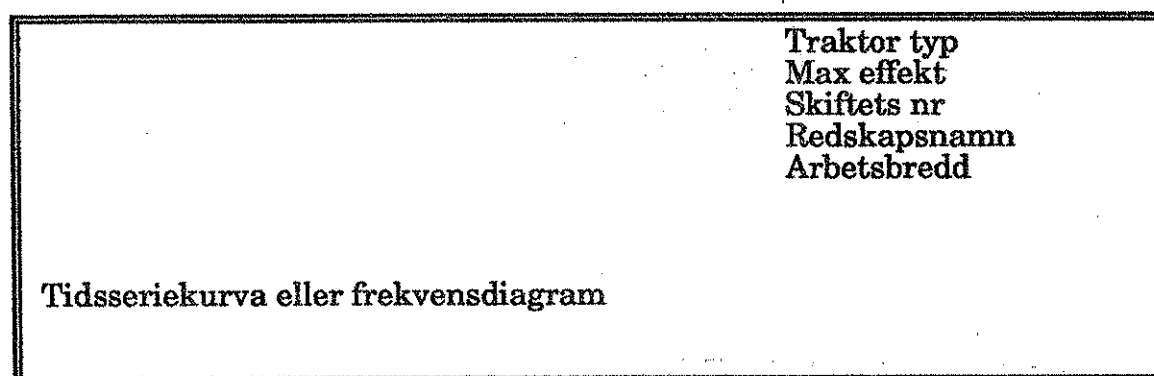
1 APPENDIX A

1.1 INLEDNING

I det följande ges ett exempel på övriga registrerade data vilka inte redovisats i kapitel 6. Liksom i kapitel 6 är här data endast måttligt bearbetade. Redovisningen kan främst ses som en beskrivning av rådata. Då insamlandet sker genom att avläsa räknare och givare en gång per minut kan informationen ses om ett frekvensfotografi. Det data som redovisas i tidsserie redovisas även som frekvensdiagram.

1.1.1 Presentationssätt

Diagrammen som presenterar data har en standardiserad form. Följande figur illustrerar hur de skall läsas.



Figur A:1 Datadiagrammens principiella utseende.

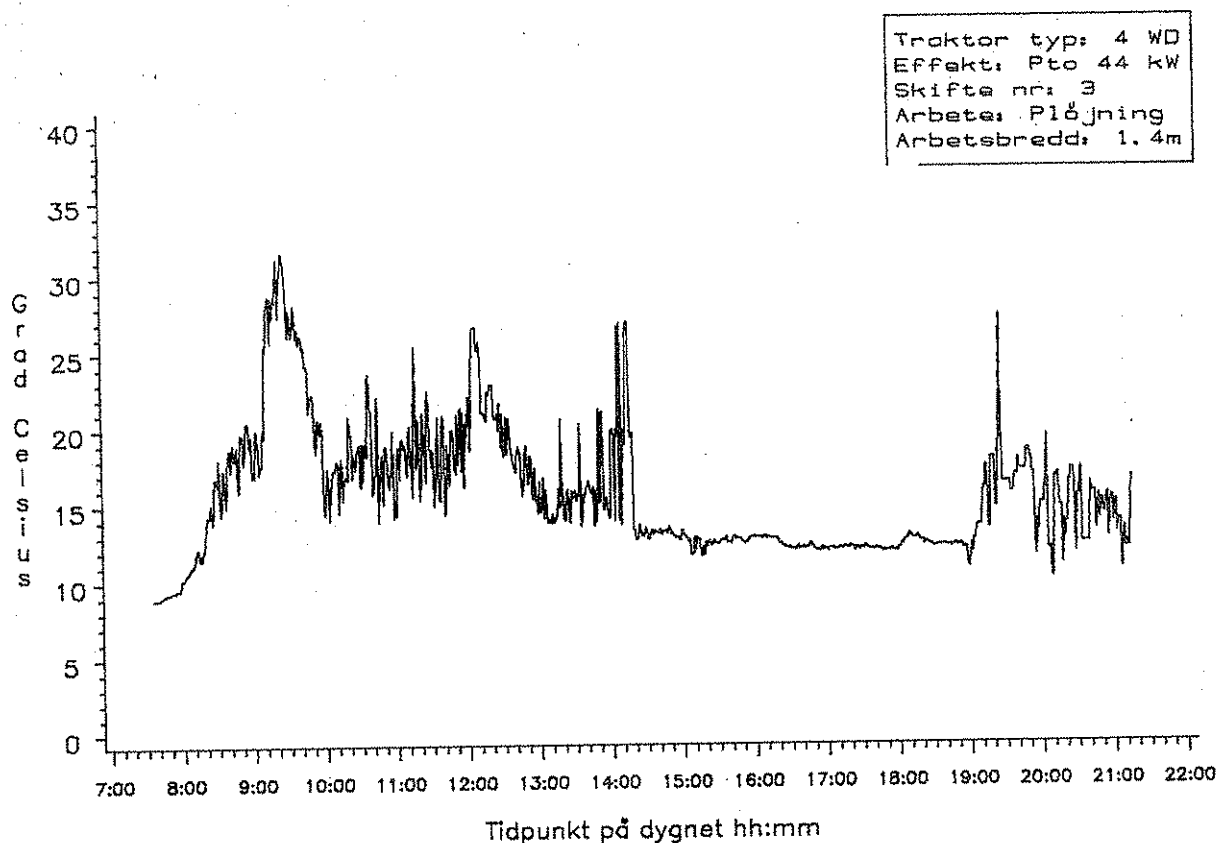
För de nedan återgivna figurerna gäller ovanstående utformning. Observera att alla figurer inte hämtat sina uppgifter från ett och samma mättillfälle. I figuren med avgastemperaturer (figur A:14 nedan) exemplifieras tex data från ett annat mättillfälle än för övriga figurer. (Endast en traktor har avgastemperaturregistrering, de verkliga temperaturvärdena har kvantifierats enligt överföringsfunktionerna i 3.3.4.3.2)

Registrering av data har i samtliga återgivna figurer skett en gång per minut.

1.2 RESULTAT OCH SAMBAND

Nedan ges exempel på samband som kan tas fram via insamlade data. Vid datainsamlingen registreras attribut. Attributen ger en viss beskrivning av data och dess uppkomst (metadata). I figurerna är inte alla attribut återgivna, ty flera är ju tidsbundna. De återfinnes då om man avläser flera figurer samtidigt, t ex hastighet och växelläge. Viktigt är också att framhålla att vissa attribut inte är registrerade av de automatiska registreringssystemen, t ex jordarnas fukthalt, grödors frodighet och vägda skördemängder.

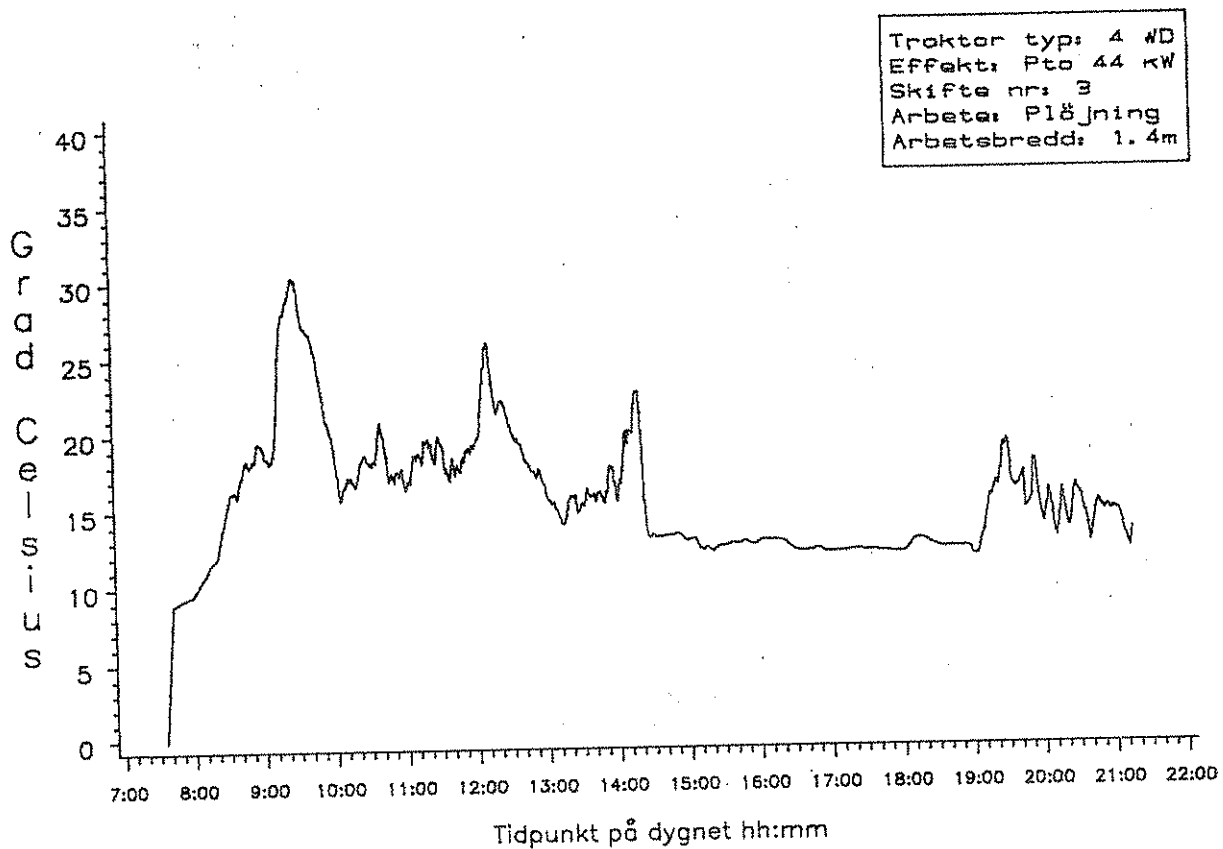
1.2.1 Lufttemperatur [Grad Celsius]



Figur A:2 A

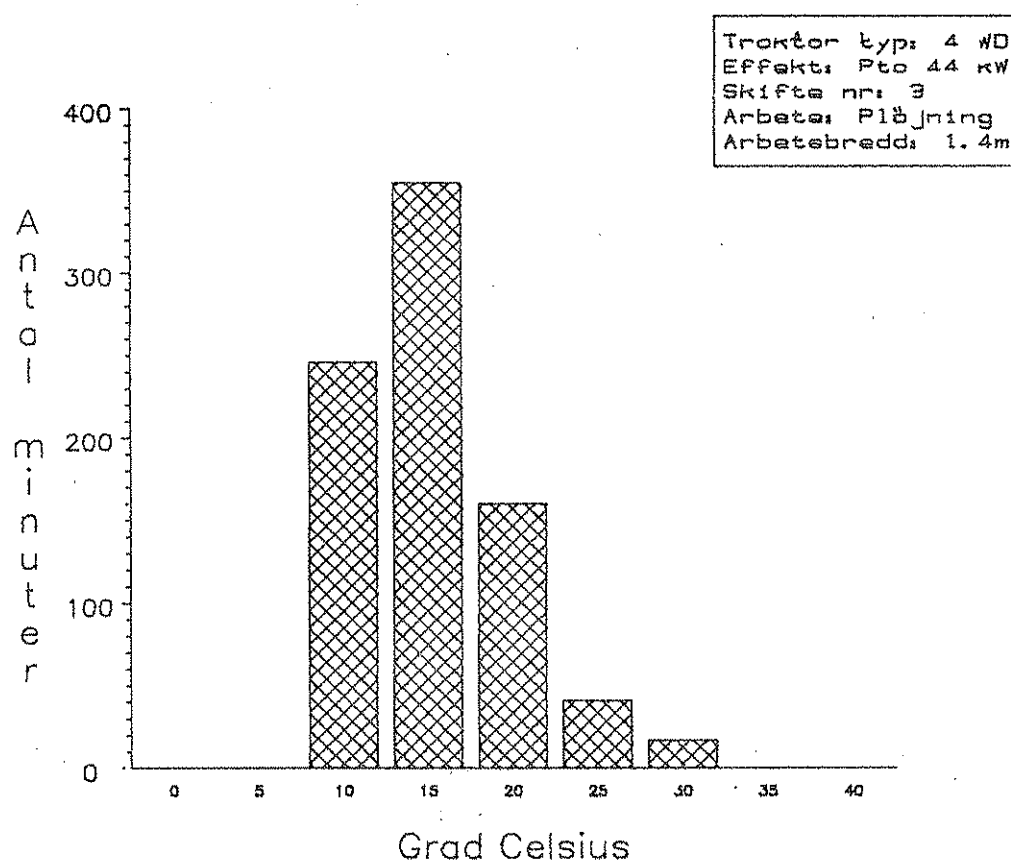
Tidsseriediagram över lufttemperaturen i insugningsröret på traktormotorn. Ordinatan anger temperatur. På abskissan återges tidpunkt på dygnet.

Lufttemperaturen i insugningsröret till motorn ger uppgifter om motorns arbetsförhållanden. Givaren är placerad före luftfiltret. Temperaturen används vidare som referenstemperatur vid avgastemperaturmätning. Jämför gärna med figur A:4 A.



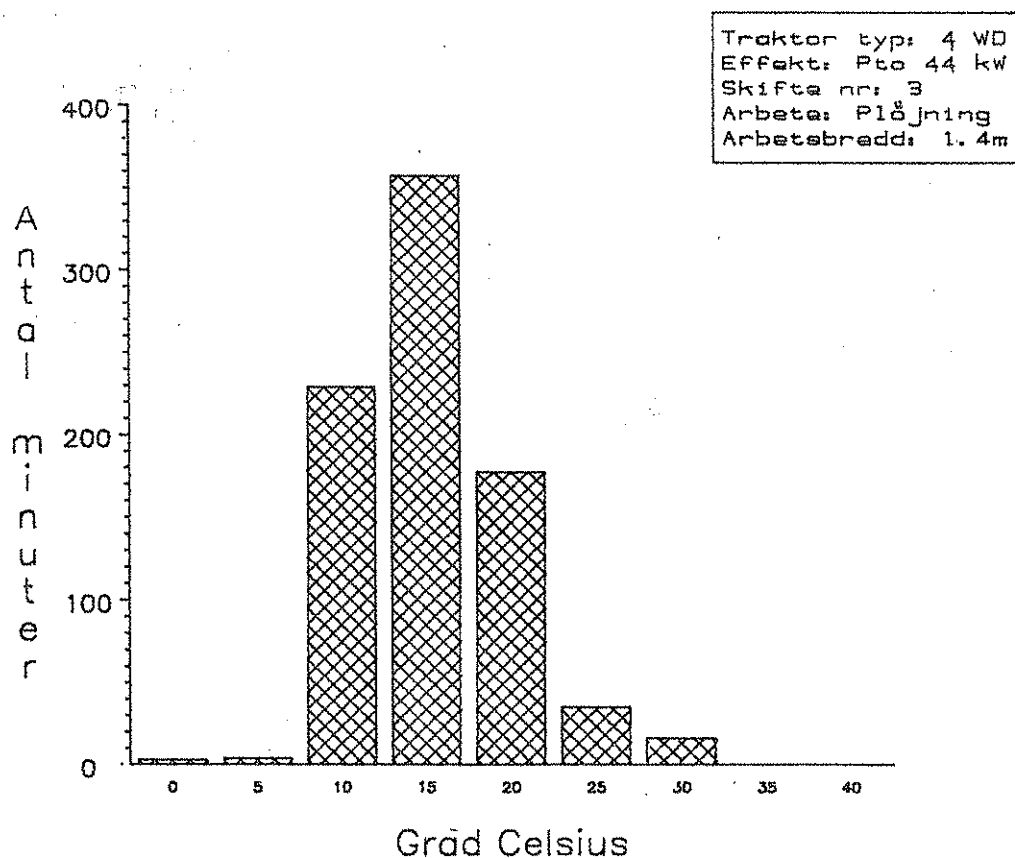
Figur A:2 B

Tidsseriediagram över lufttemperatur. Samma data som i figur A:2 A men data är här bearbetat med en sju stegs glidande medelvärdesberäkning.



Figur A:3 A

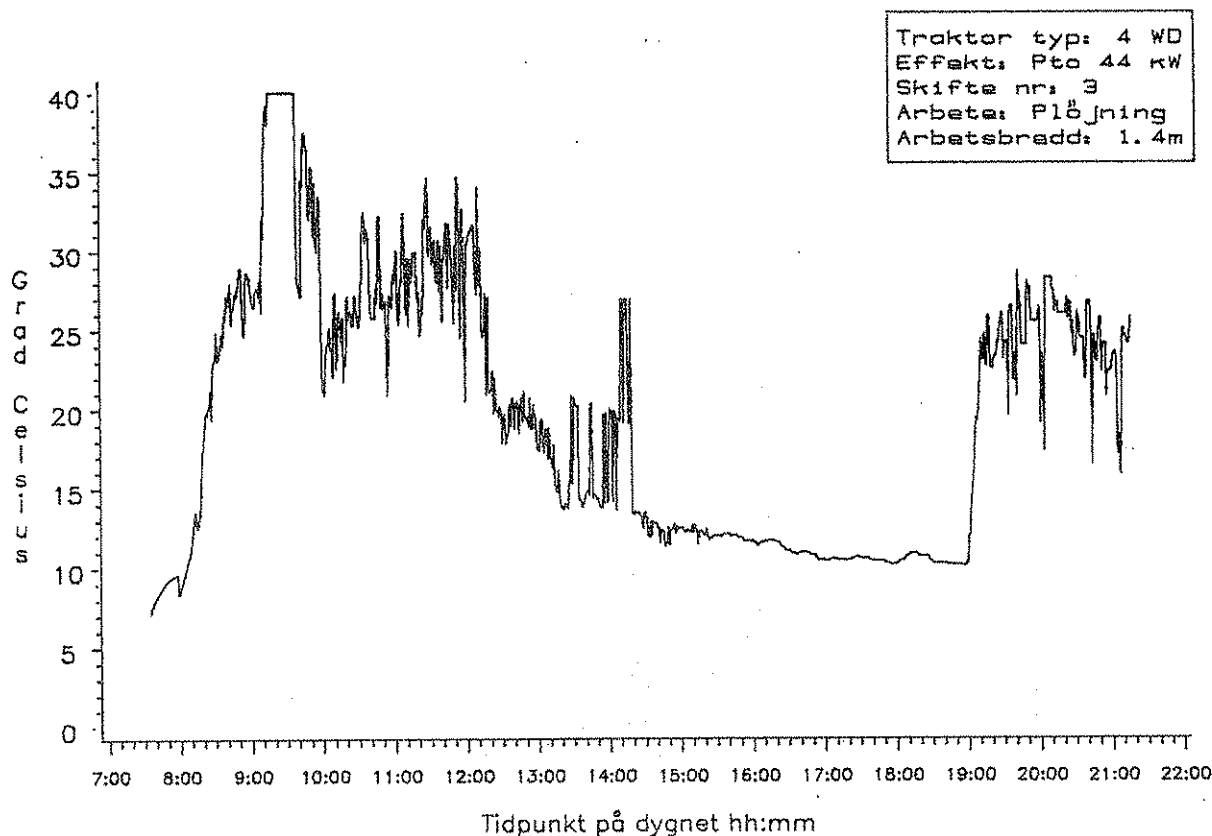
Frekvensdiagram över lufttemperaturen i insugningsröret på traktormotorn. Ordinaten anger antal minuter med respektive temperatur.

**Figur A:3 B**

Samma data som i figur A:3 A men det är här bearbetat med en sju stegs glidande medelvärdesberäkning.

I figur A:2 respektive A:3 återges uppmätta temperaturer på den luft som passerat in genom traktorns luftintag. Lufttemperaturen kan sägas beskriva något om luftens energiinnehåll och därmed något om motorns arbetsförhållanden. Liksom tidigare återger de glidande medelvärdesberäknade diagrammen ett mer "lugnt" förlopp där tillfälliga belastningar filtreras bort.

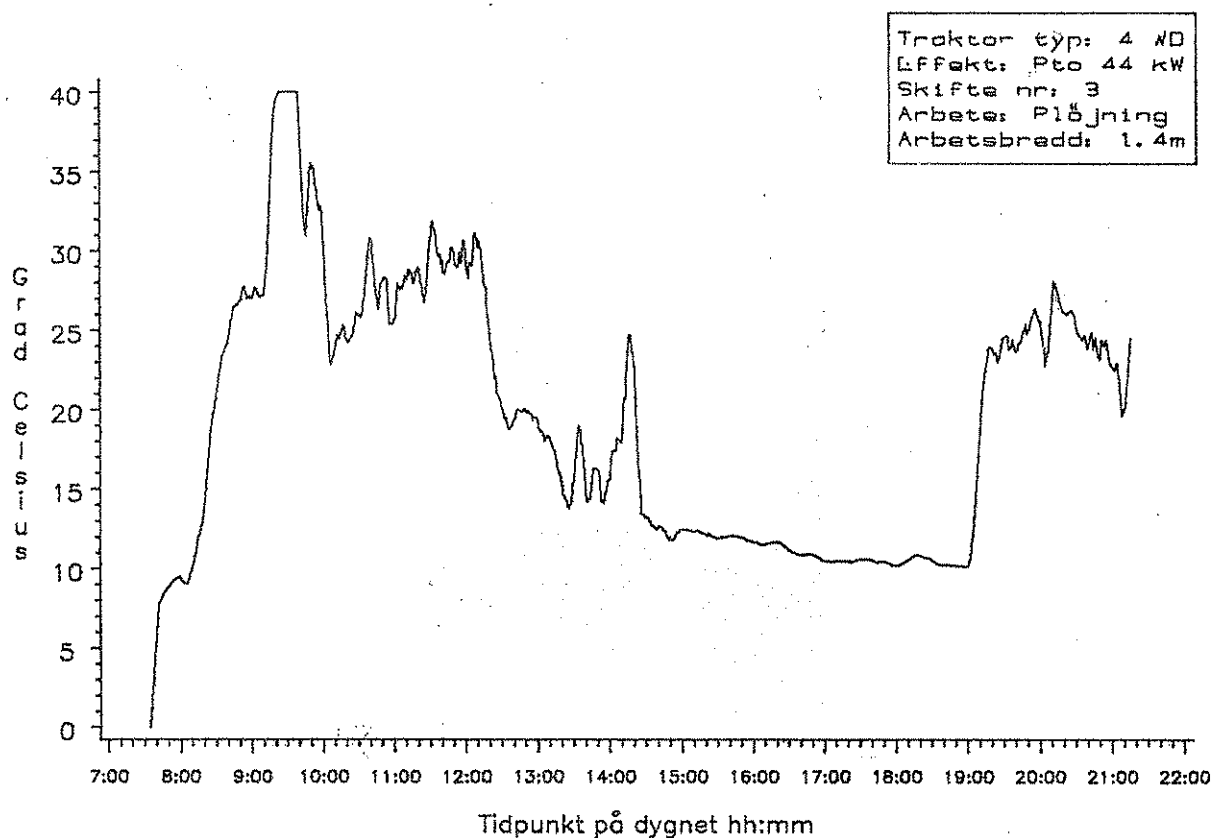
1.2.2 Bränsletemperatur [Grad Celsius]



Figur A:4 A

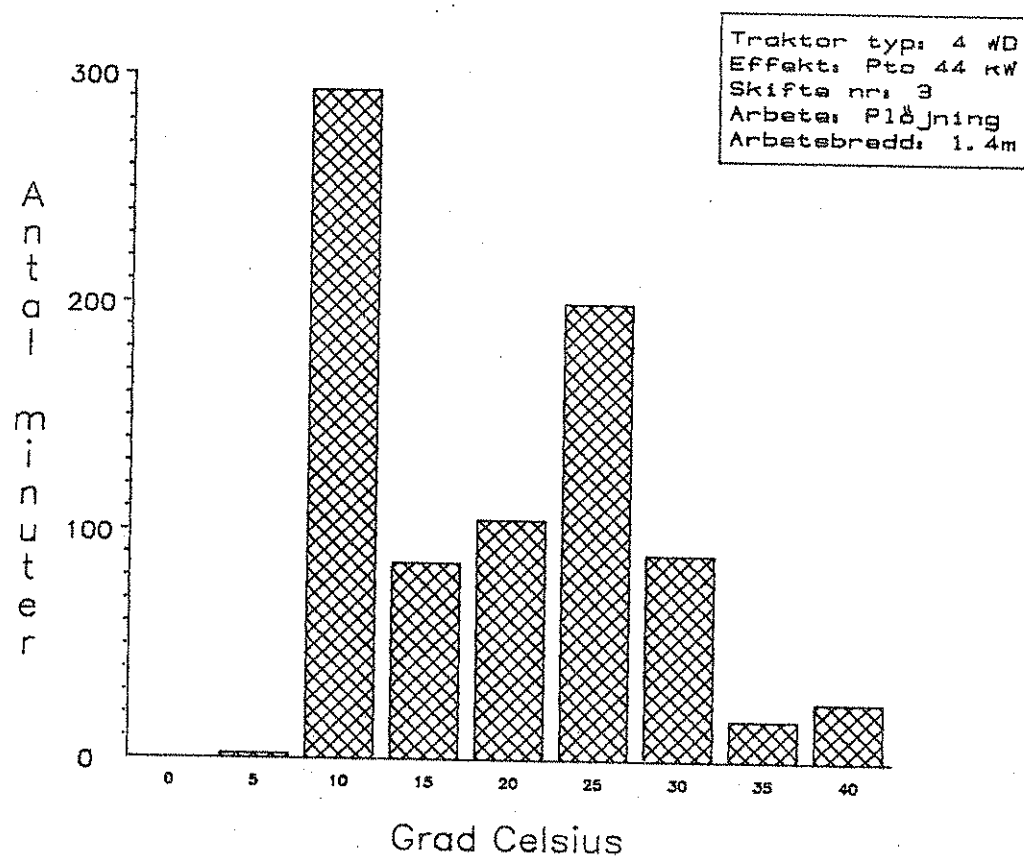
Tidsseriediagram över bränsletemperaturen i bränsleröret strax före insprutningspumpen på traktormotorn. I diagrammet har mätpunkter för högre temperaturer än 40 grader satts till 40 grader. (Se tex kl 9:30)

Bränsletemperaturen registreras för att medge omräkning av volym till massa. Beräkningar av tillförd energi kan därmed få större precision. Observera att luft- och bränsletemperaturerna följer varandra i stort. Traktorerna är försedda med en särskild kylare för returbränslet för att minska dess inverkan. Returbränsle förekommer ju endast på den uppmätta sidan av bränslemätaren. Jämför resonemanget i kapitel 3.4.1.3.



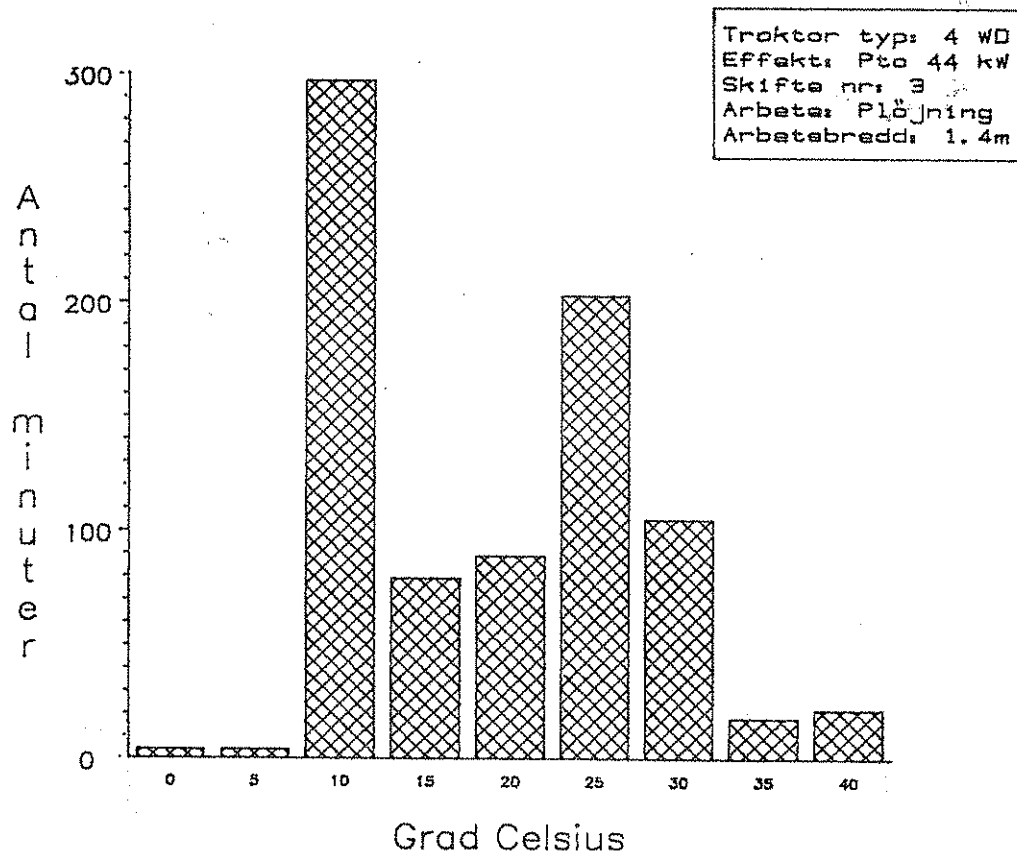
Figur A:4 B Samma data som i A:4 A, men det är här bearbetat med en sju stegs glidande medelvärdesberäkning.

Notera särskilt att de förloppet i stort är analogt med lufttemperaturen enligt figur A:2 B.



Figur A:5 A

Frekvensdiagram över bränsletemperaturen i bränsleröret strax före insprutningspumpen på traktormotorn. Ordinatan anger antal minuter med respektive temperatur.

**Figur A:5 B**

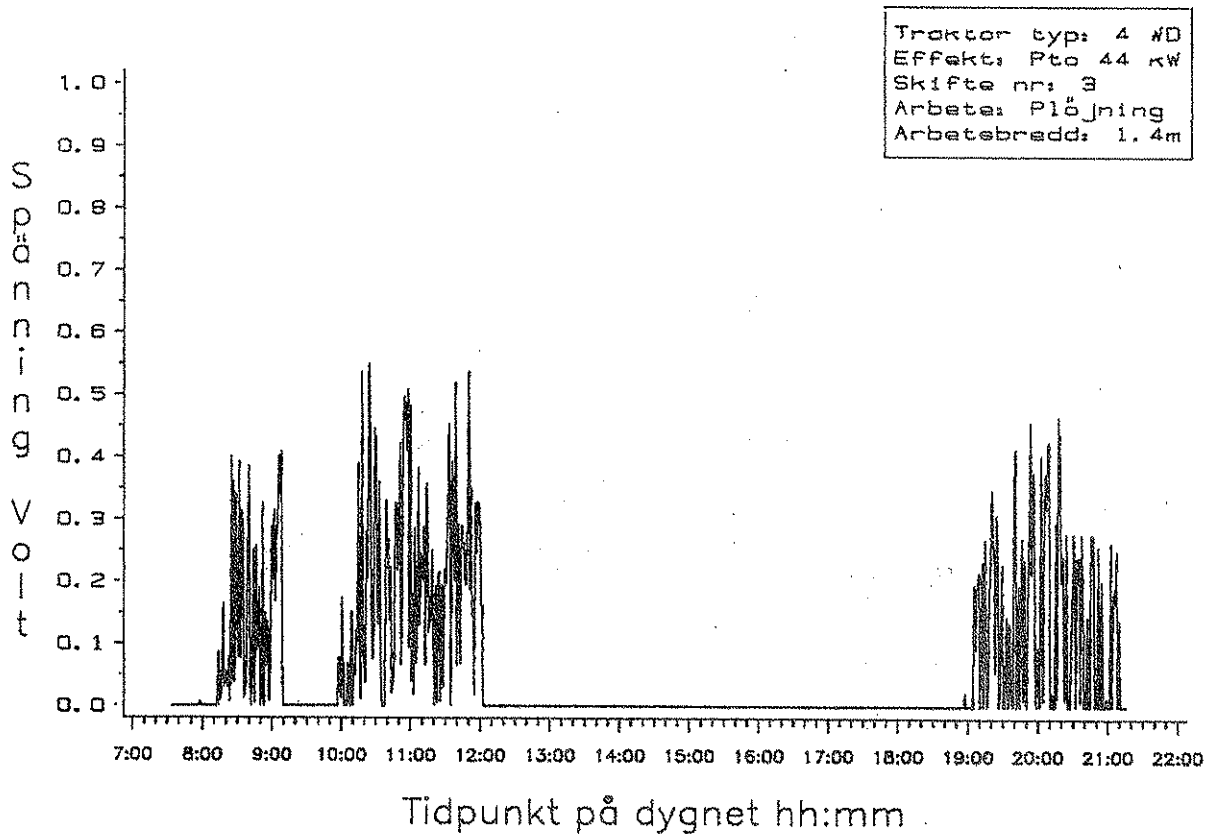
Samma data som i figur A:5 A, men det är här bearbetat med en sju stegs glidande medelvärdesberäkning.

I figurerna A:4 respektive A:5 återges bränslets temperatur så som den registrerats under mätdagen. Temperaturen uppmättes strax innan bränslet flyter in i högtryckspumpen. Uppgiften används för att korrigera volymsuppgifterna till viktsuppgifter. Beträffande temperaturutvecklingen är de glidande medelvärdesberäknade uppgifterna mer intressanta.

1.2.3 Effektuttag [kW]

I detta mätsystem registreras effektuttaget på två av traktorerna via överföringsfunktioner från registreringar av reglerstångens läge [0-100 %]. Nedan presenteras de uppmätta överföringsfunktionernas indata.

1.2.3.1 Reglerstångens läge [Volt]

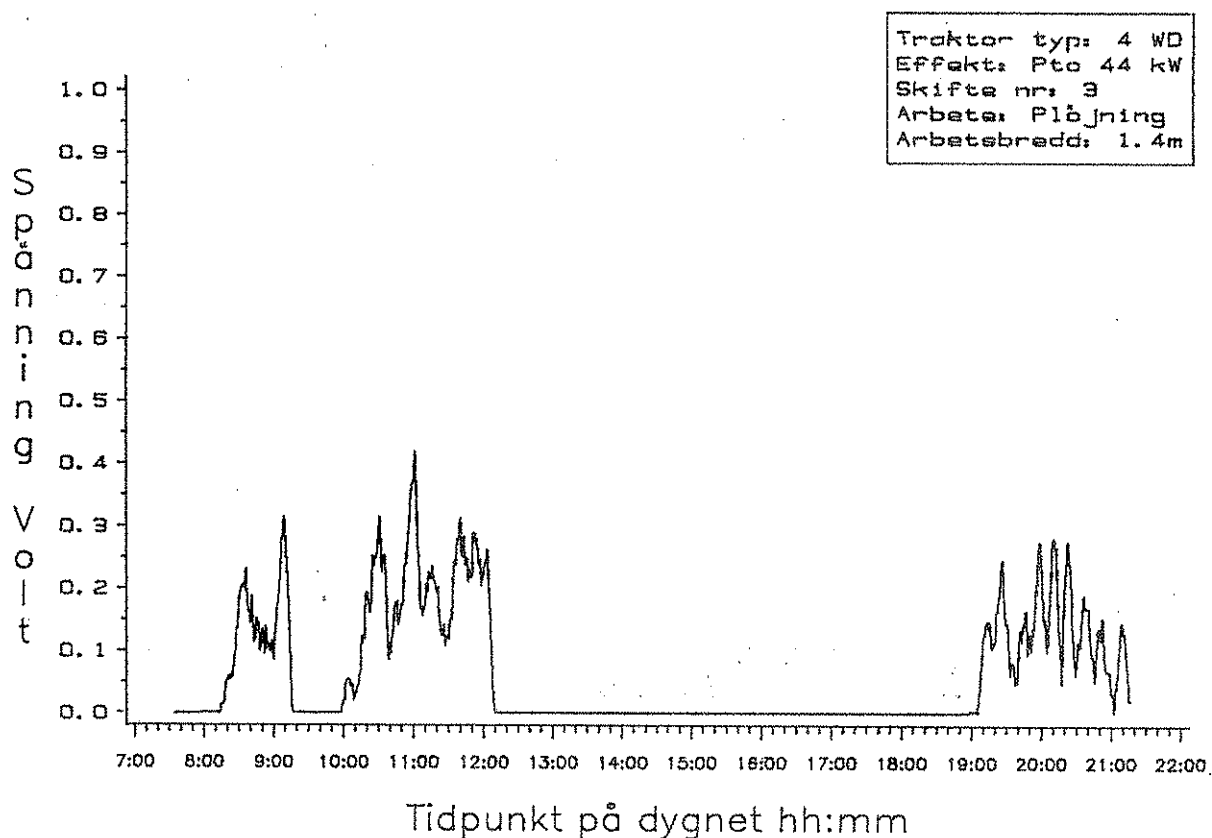


Figur A:6 A

Av mätsystemet registrerade effektuttag vid plöjning på skifte tre. Effektuttaget redovisas i form av den spänning lägesgivaren avger momentant vid avläsningstidpunkten. Låga spänningar indikerar stort effektuttag, dvs reglerstången arbetar nära sitt maxutslag, dock anger 0 V att traktormotorn är avstängd.

För tolkning av dessa data (figur A:6 A) krävs att traktorerna, med mätsystemen monterade och i användning, provbromsas i bromsbänk. Utifrån på detta sätt erhållna kalibreringsuppgifter kan traktorb belastningen i fält beräknas.

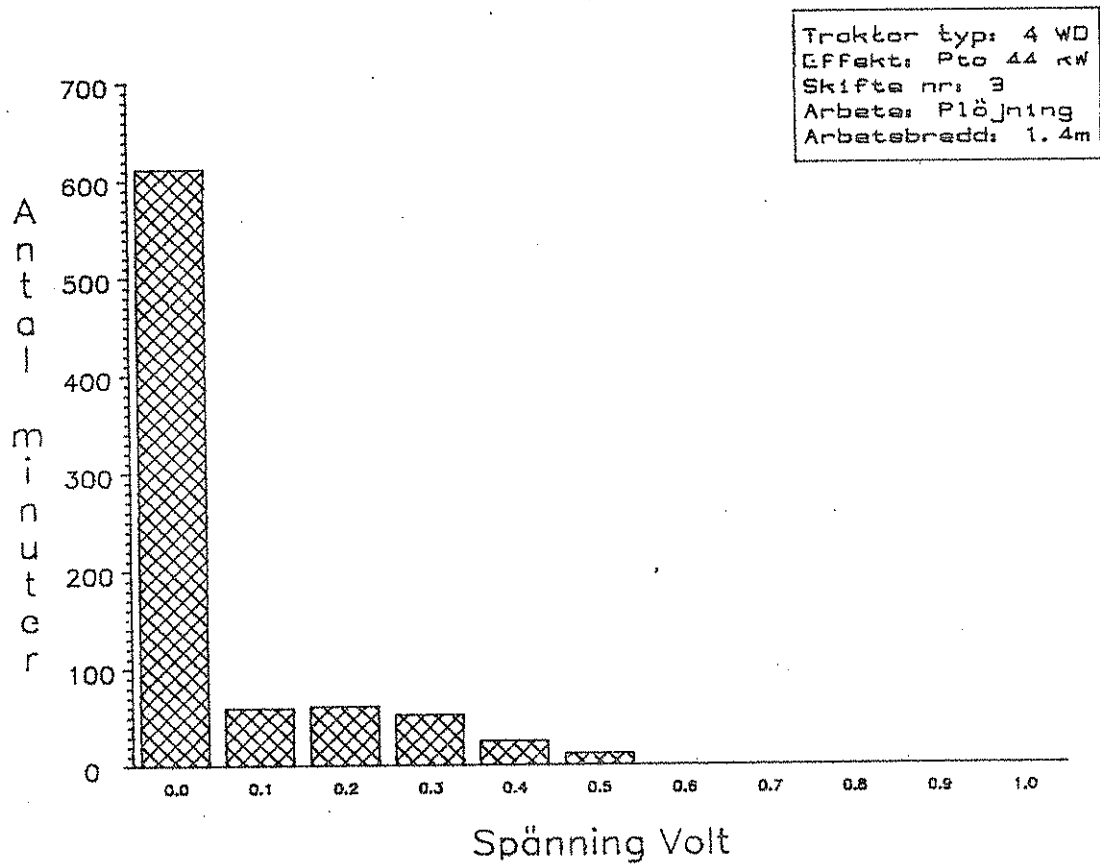
Metoden kan jämföras med att utifrån tillfört bränsle beräkna effektuttaget. I det redovisade försöket har traktorn belastats till sin maxkapacitet, notera plogens arbetsbredd.



Figur A:6 B

Av mätsystemet registrerade effektuttag vid plöjning på skifte tre. Samma rådata som i figur A:6 A men här har det glidande medelvärdet ritats in. Sju närliggande avläsningar påverkar varje medelvärde.

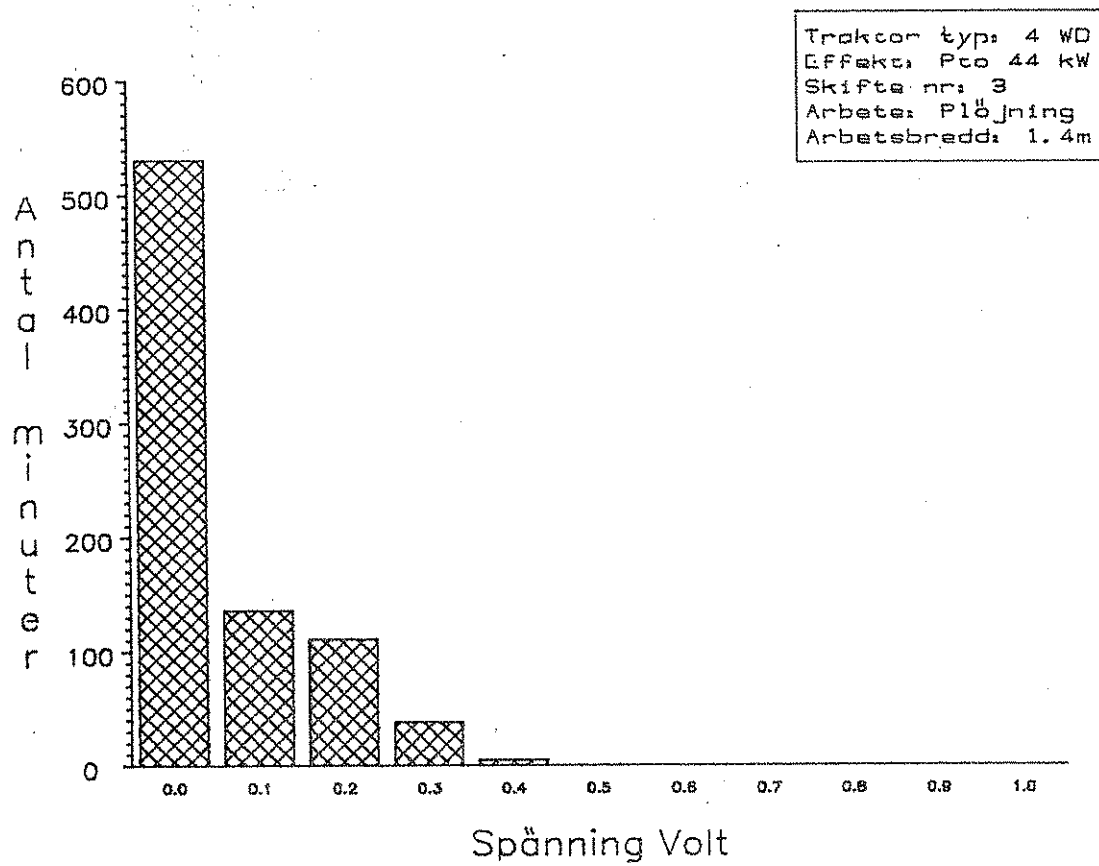
Observera att låga spänningvärden indikerar stort effektuttag, dvs att reglerstänggen arbetar nära sitt maxutslag. Dock gäller att traktormotorn är avstängd vid 0 V.



Figur A:7 A

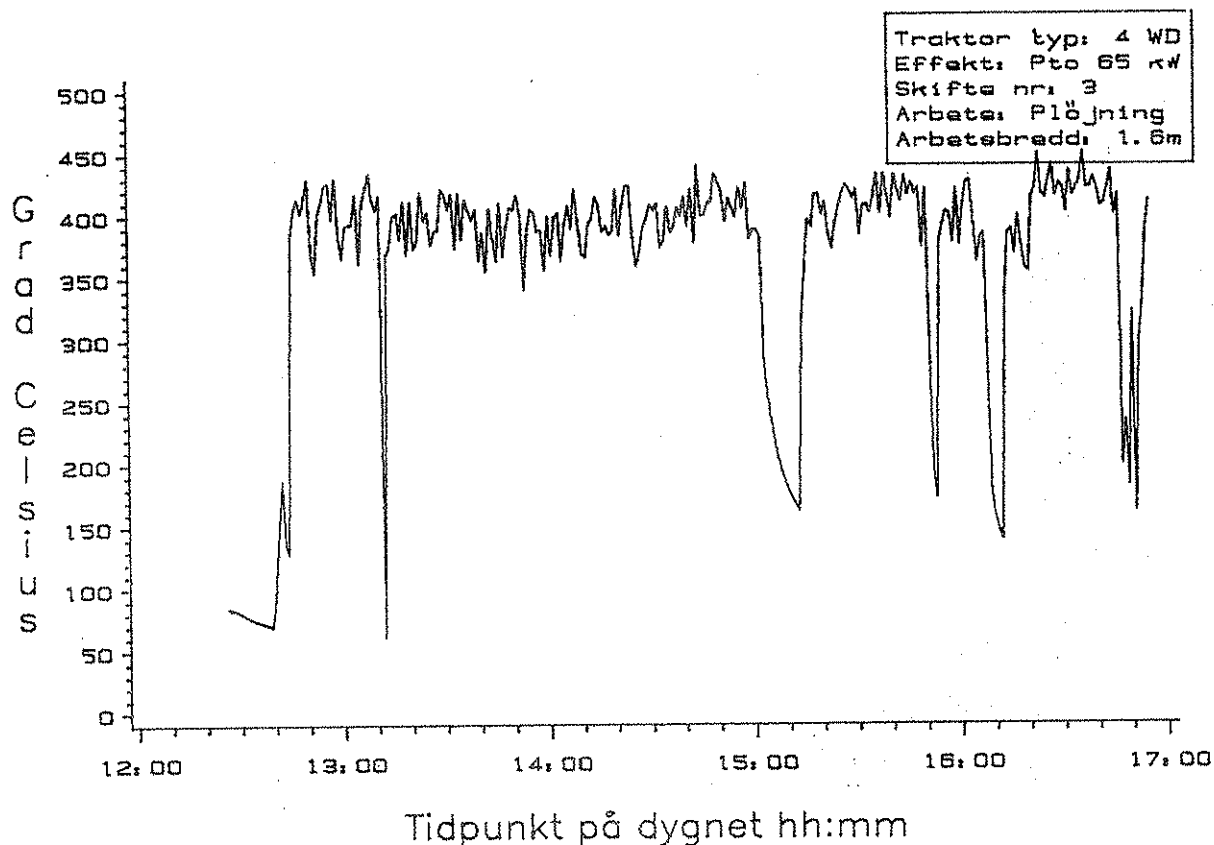
Frekvensdiagram av effektuttaget. Ordinaten redovisar antalet minuter då respektive effektuttag hållits. Grundmätningarna är de samma som redovisats i figur A:6 A.

Reglerstångens läge i kombination med motorvarvtalet ger insprutad bränslemängd och därmed effektuttaget. Viktigt i arbetskapacitetshänseende är att motorn har tillräcklig överkapacitet för att klara tillfälliga belastningstoppar utan att t ex avverkningen påverkas.



Figur A:7 B

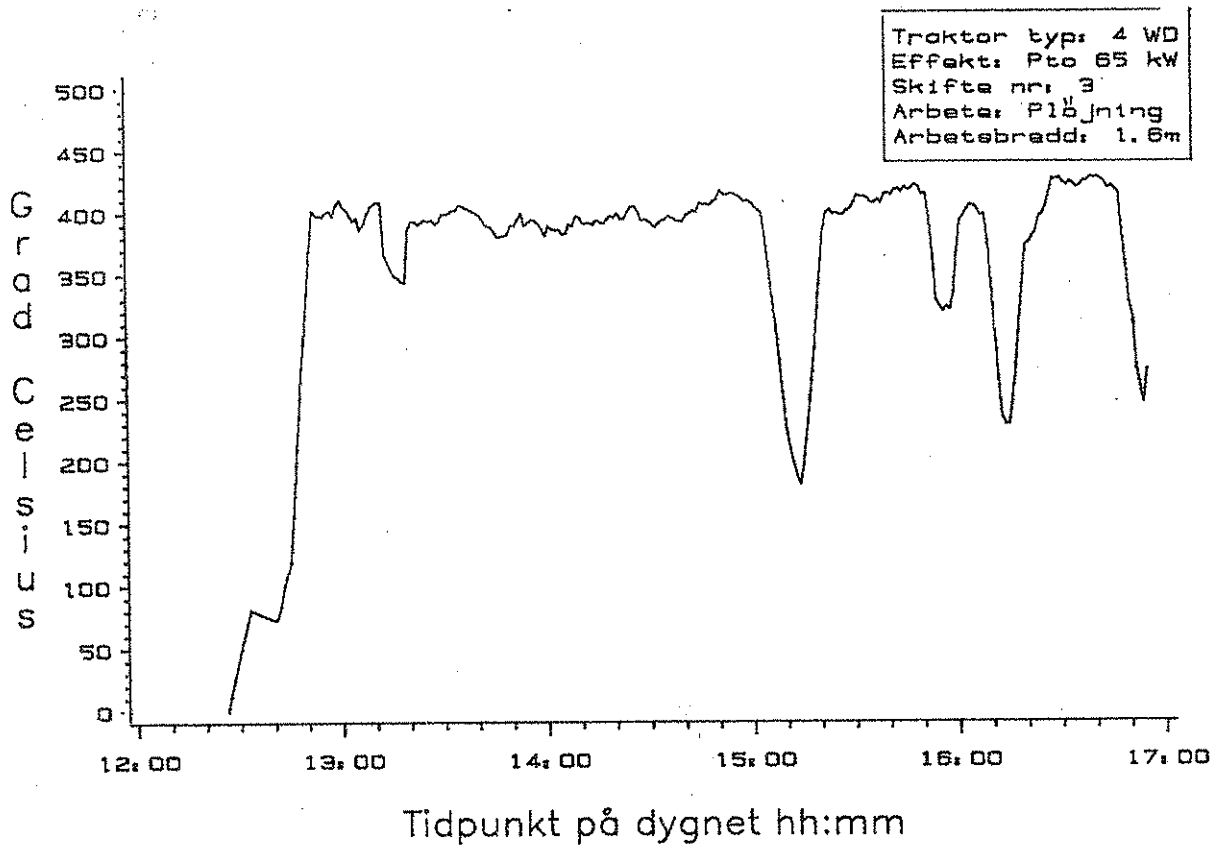
Frekvensdiagram av effektuttaget. Ordinatan redovisar antalet minuter då respektive effektuttag hållits. Grundmätningarna är de samma som redovisats i figur A:6 B.

1.2.3.2 Avgasernas temperatur [Grad Celsius]

Figur A:8 A Tidsseriediagram över avgastemperaturen strax efter grenröret på traktormotorn. Mätning sker endast på en försöks-traktor.¹

En av mättraktorerna i försöken är inte utrustad med kolvpump utan rotorump. På denna traktor registreras avgastemperaturen som ett mått på motorbelastningen. Temperaturen får tolkas efter bromsning av traktorn i bromsbänk. Uppgiften bör kombineras med motorvarvsuppgifter från denna traktor.

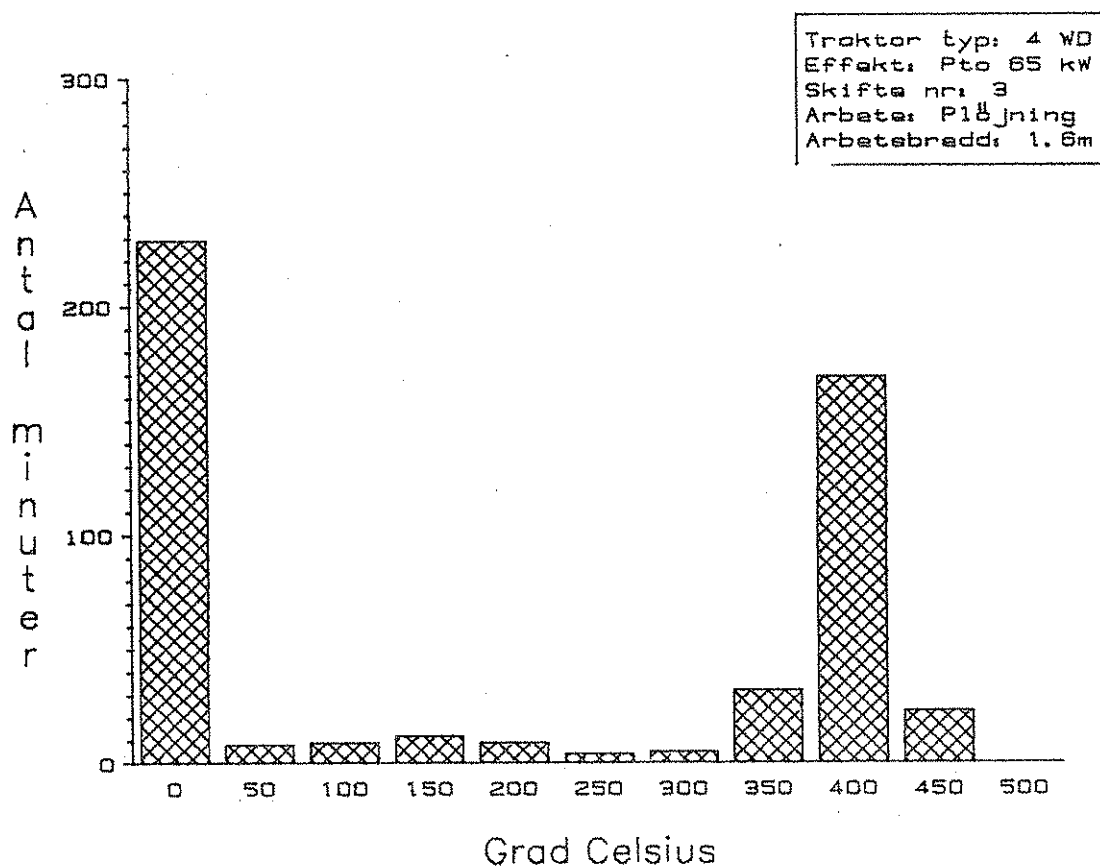
¹ Observera att detta diagram avser ett annat mättillfälle och annan traktor respektive skifte än vad kapitel 6 figur 6:4 bygger på. Jämför tex fältform, se 6.2.2.2. Ifrågavarande traktor är utrustad med rotorump.



Figur A:8 B

Samma rådata som i figur A:8 A, men det är här bearbetat med en glidande medelvärdesberäkning.²

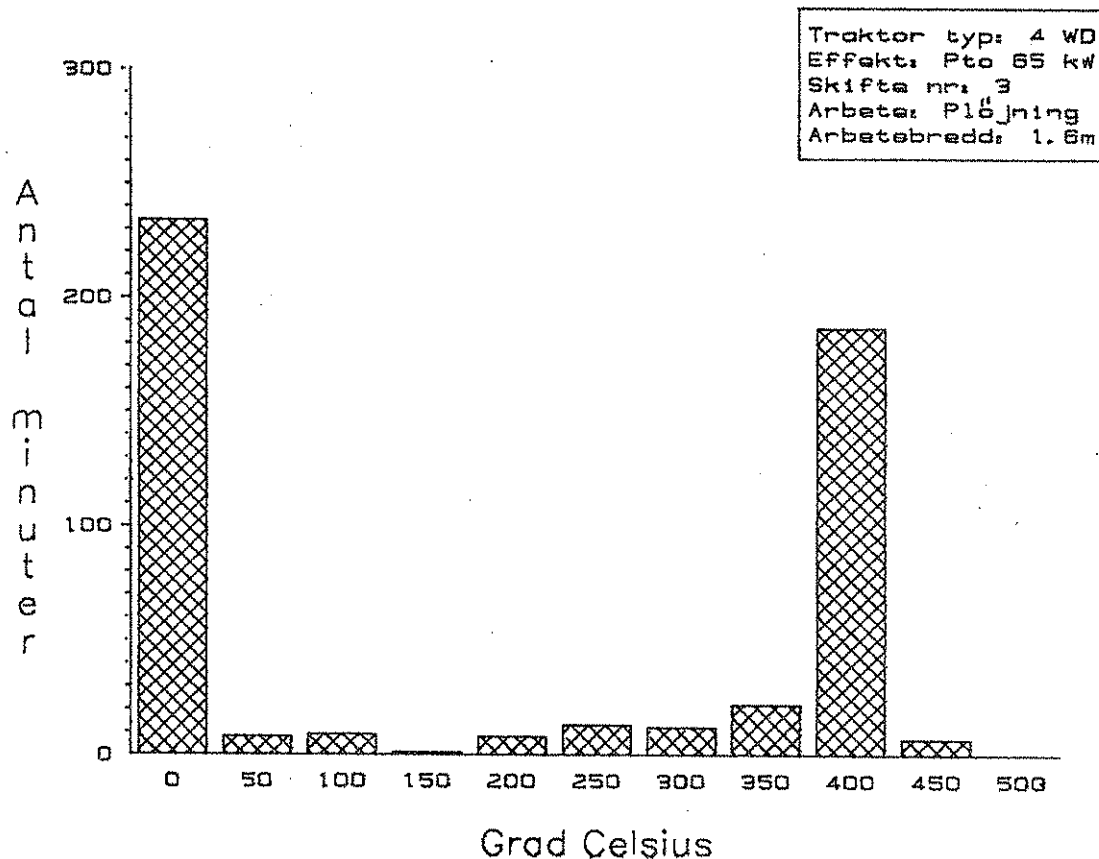
² Observera att detta diagram avser ett annat mätillfälle och annan traktor respektive skifte än vad kapitel 6 figur 6:4 bygger på. Jämför tex fältform, se 6.2.2.2. Ifrågavarande traktor är utrustad med rotor pump.



Figur A:9 A

Frekvensdiagram över avgastemperaturen strax efter grenröret på traktormotorn. Ordinatan anger antal minuter med respektive temperatur.³

³ Observera att detta frekvensdiagram avser ett annat mätillfälle och annan traktor respektive skifte än vad kapitel 6 figur 6:4 bygger på. Jämför tex fältform, se 6.2.2.2. Ifrågavarande traktor är utrustad med rotorump.

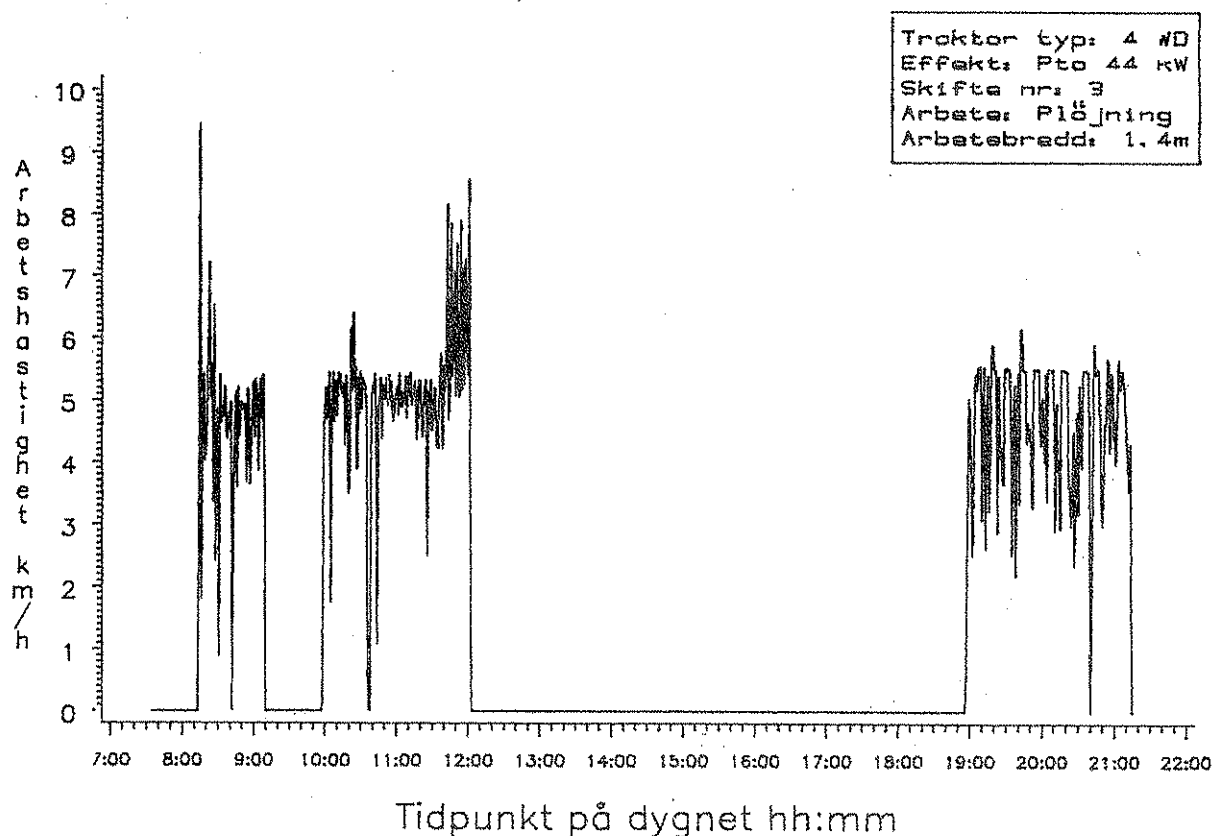
**Figur A:9 B**

Samma data som i figur A:8 A, men det är här bearbetat med en sju stegs glidande medelvärdesberäkning.⁴

Avgasttemperaturen kan på ett liknande sätt fås att avspejla effektuttaget under arbetsdagen. Även i detta fall krävs att mättraktorn provbromsas på ett kontrollerat sätt för att en kalibreringskurva för tolkning av mätdata skall erhållas.

⁴ Observera att detta frekvensdiagram avser ett annat mättilfälle och annan traktor respektive skifte än vad kapitel 6 figur 6:4 bygger på. Jämför tex fältform, se 6.2.2.2. Ifrågavarande traktor är utrustad med rotorpump.

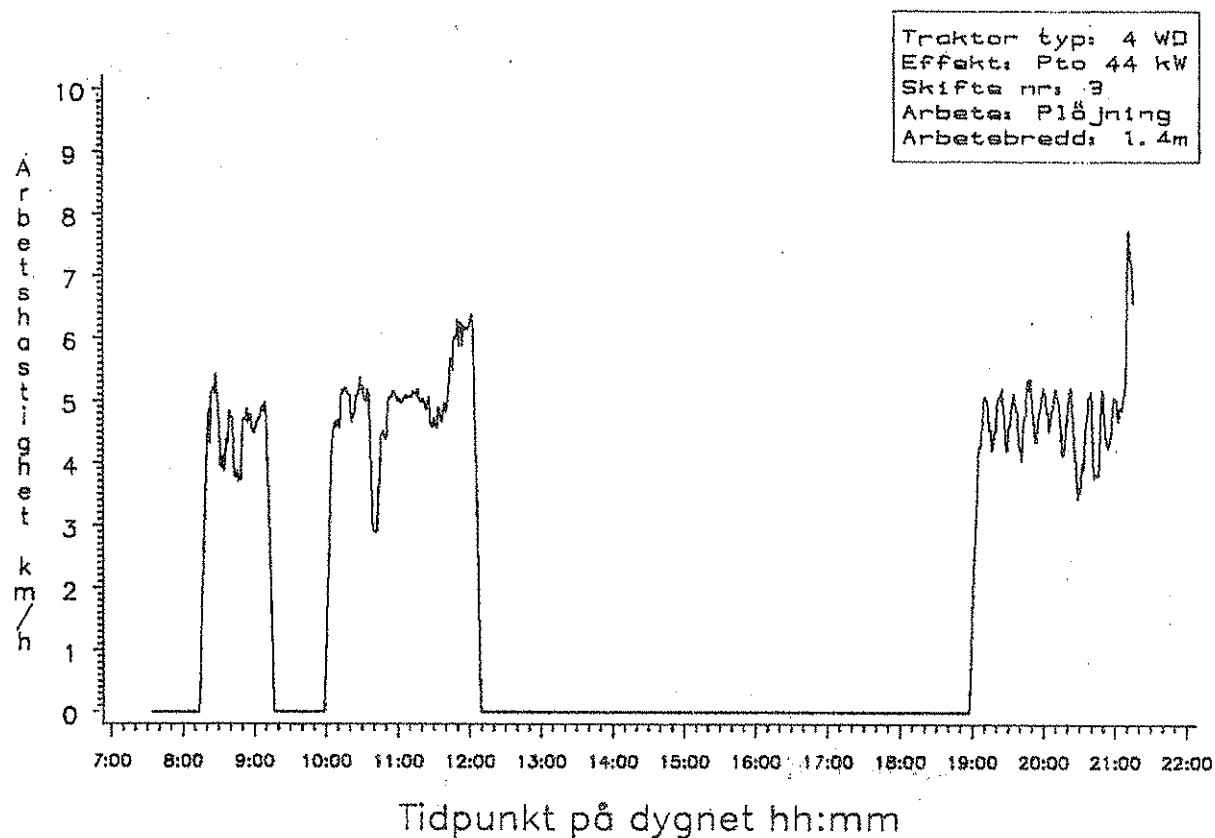
1.2.4 Höger bakhjuls arbetshastighet [km/h]



Figur A:10 A

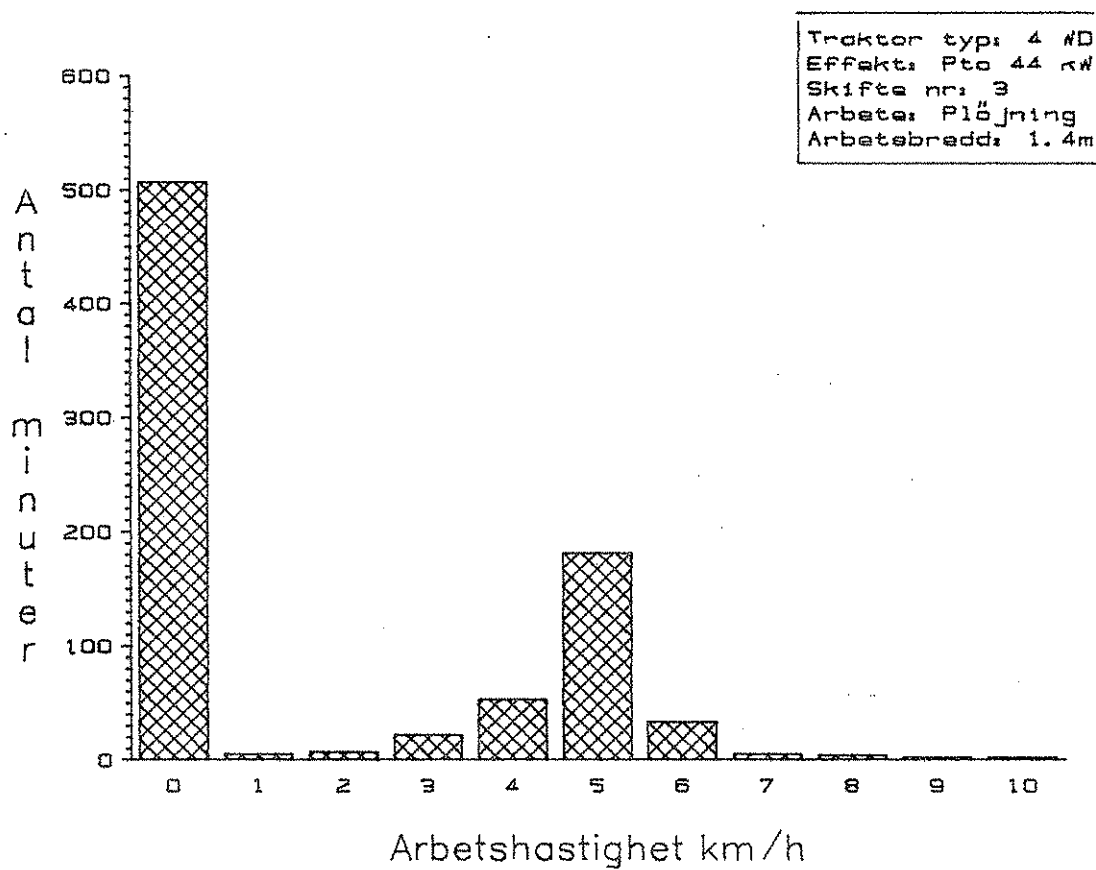
Höger bakhjuls rotationssträcka per tidsenhet. Rotationen registreras som 152 pulser per varv. Hastighetsangivelsen är ungefärlig då den baserar sig på en uppmätt hjulradie på asfalt med nominellt ringtryck. I fält kan ett annat ringtryck ha använts och hjulets egentliga rotationsradie är obekant (pga jordförhållanden). Uppgifterna ger alltså besked om storleksordningen på hastigheten!

För att skaffa upplysningar om storleksordningen på slirningen registreras rotationen från ett bakhjul, se figur A:10 A eller A:10 B, vilken sedan jämförs med en hastighetsreferens.



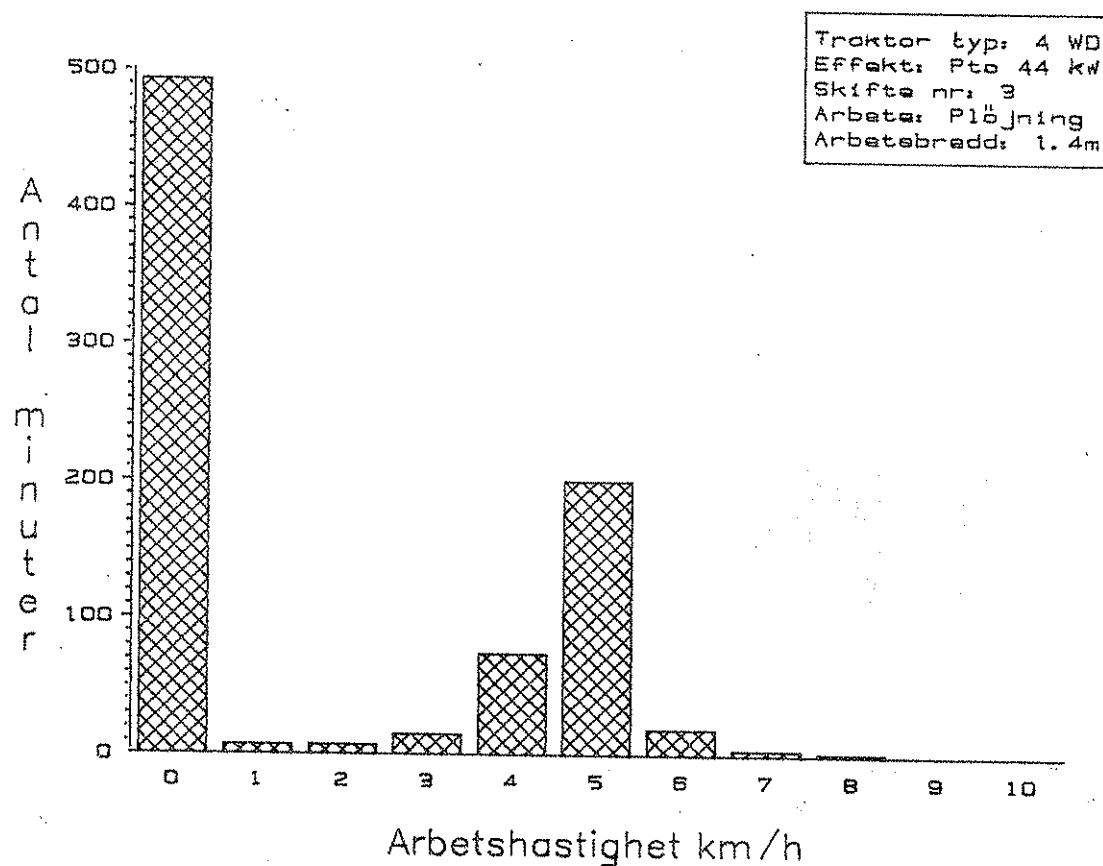
Figur A:10 B Höger bakhjuls rotationssträcka per tidsenhet.
Samma förutsättningar som i figur A:10 A, men data är här bearbetat med en sju stegs medelvärdesberäkning.

Figur kan jämföras med arbetshastighet från det femte hjulet, se kapitel 6.2.3 figur 6:4 B. Återigen påpekas redskapets arbetsbredd i förhållande till traktorstorleken som en starkt bidragande orsak till skillnaderna. I figur A:11 A och A:11 B finns motsvarande frekvensdiagram.



Figur A:11 A

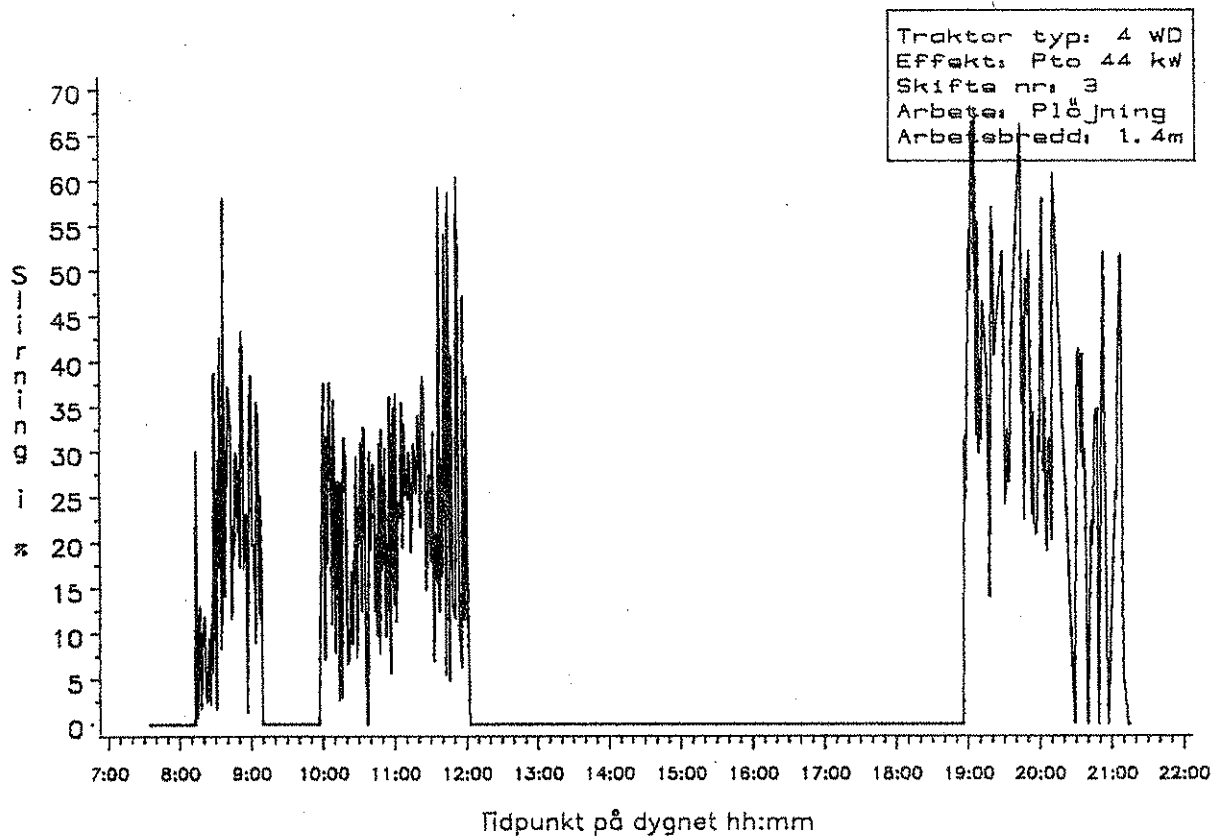
Frekvensdiagram över höger bakhjuls arbetshastighet. Ordinanatan anger antalet minuter med respektive hastighet.



Figur A:11 B Frekvensdiagram över höger bakhjuls arbetsshastighet. Ordinanatan anger antalet minuter med respektive hastighet. Datat är här filtrerat med en medelvärdesberäkning.

För att studera traktorns slirning och hjulens rotationsbeteende registreras höger bakhjulsvärv. Resultatet av mätningarna kan tex återges så som de gör i figur A:10 respektive A:11. Med kända utväxlingsförhållanden, känd växel och känt motorvärv kan differenser mellan höger och vänster bakhjul studeras.

1.2.5 Slirning som skillnad mellan arbetshastighet och höger bakhjul [%]

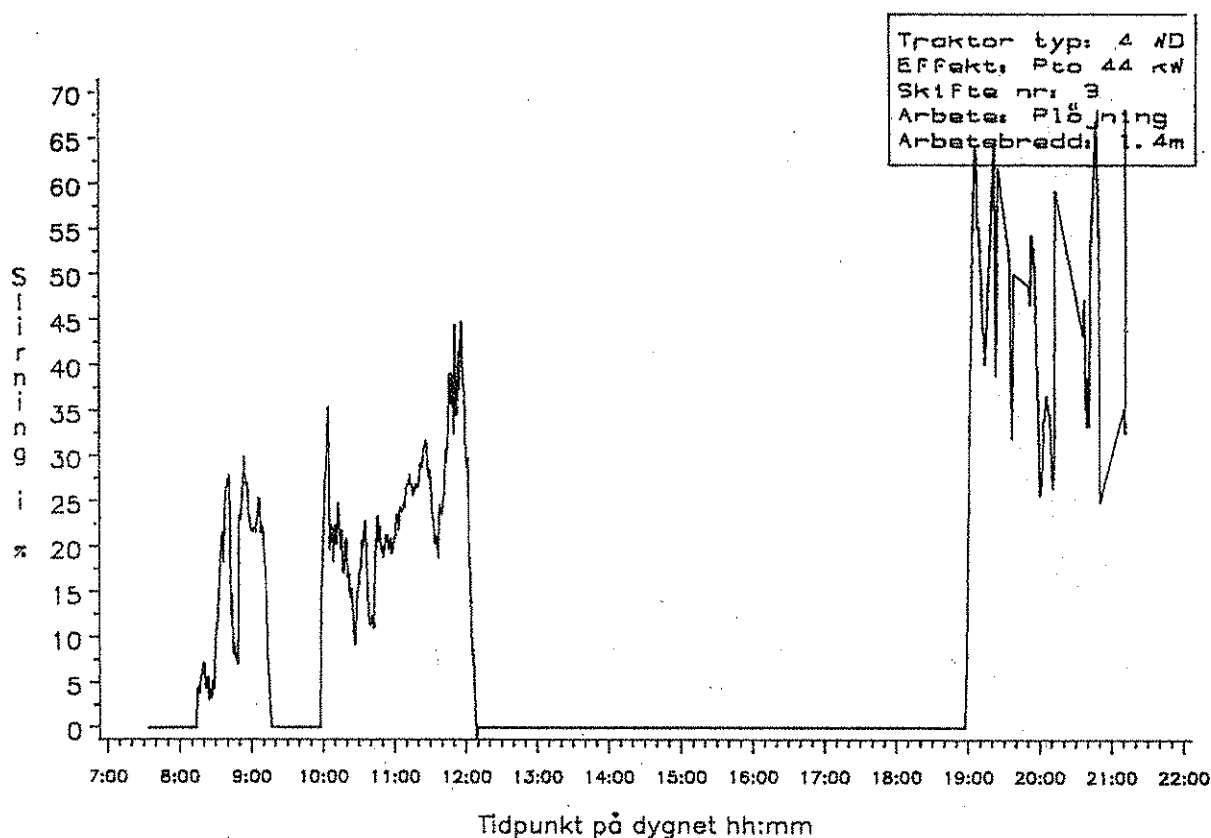


Figur A:12 A

Av mätsystemet registrerad slirning vid plöjning på skifte tre. Slirningen redovisas i % för varje avläsningstillfälle under mät dagen (ordinatan). Slirningen är här definierad som skillnaden i hastighet mellan arbetshastighet enligt kapitel 6.2.3 figur 6:4 A och höger bakhjuls arbetshastighet enligt figur A:10 A.

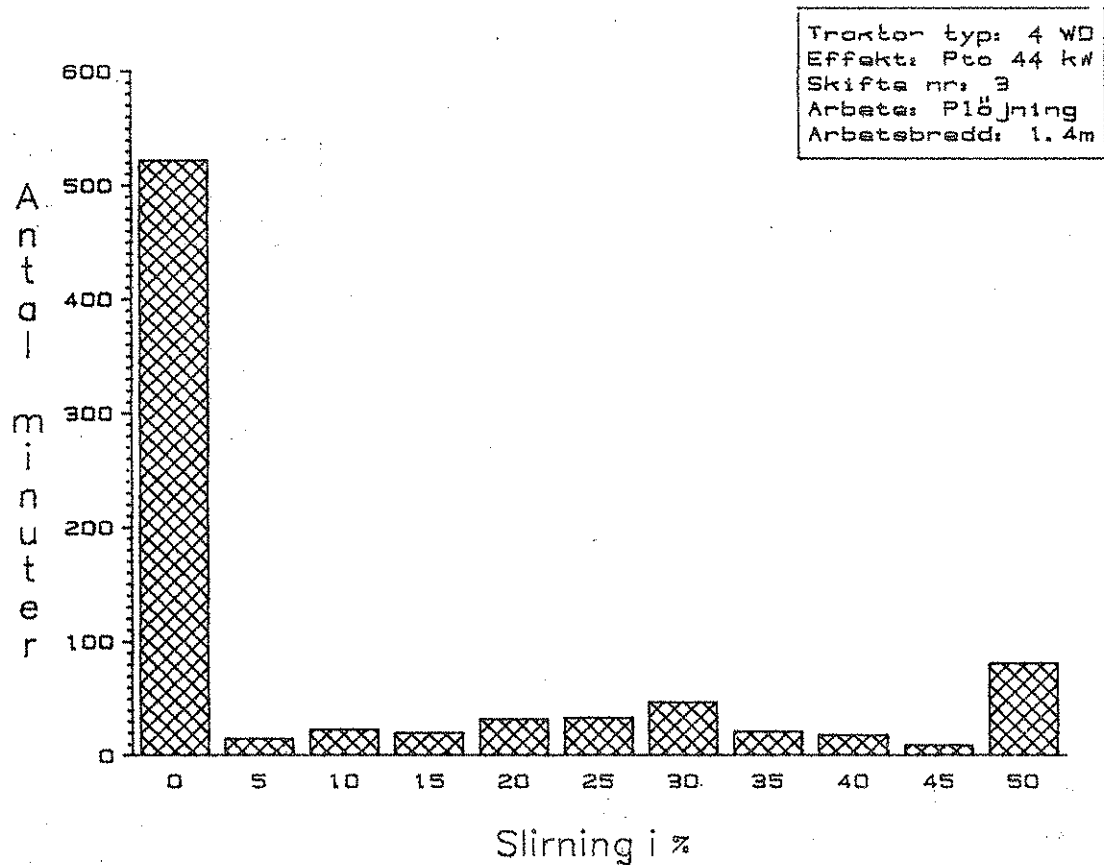
Mycket hög slirning kan här innebära att traktorn svänger, backar eller att höger respektive vänster bakhjul roterar olika. Den höga nivån på slirningen kan troligen förklaras av att ett femte hjul används som hastighetsreferens. Dess diameter är avsevärt mindre än bakhjulets och det kan självt vara utsatt för bromsande krafter samt att dess verkliga radie i fält är okänd.

Slirningen anges som skillnad i rotationsväg! Skillnader i hjulradie, att ett femte hjul utgör referens samt att fordonet framförts i olika riktning bidrar till extrempunkternas uppkomst. Notera växel användningen, jämför med kapitel 6.2.8 figur 6:8.



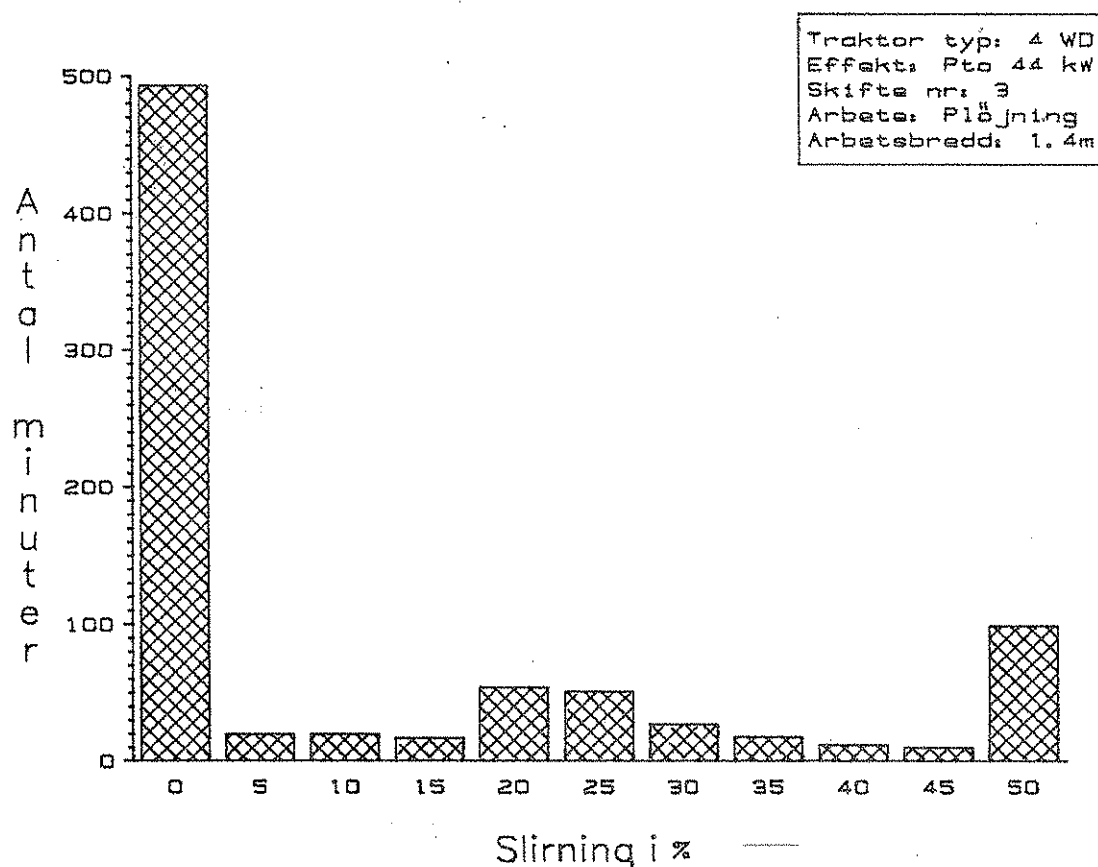
Figur A:12 B Samma rådata som i figur A:11 A, men här har det glidande medelvärdet ritats in. Sju näraliggande avläsningar påverkar varje medelvärde.

Jämför figuren med växel användningsdiagrammet kapitel 6.2.8 figur 6:8 ovan.



Figur A:14 A Frekvensdiagram av slirningen. Här har avläsningarna grupperats i intervall om 5 % (abskissan). Ordinatan redovisar antalet minuter då respektive slirning hållits. Grundmätningarna är de samma som redovisats i figur A:13 A.

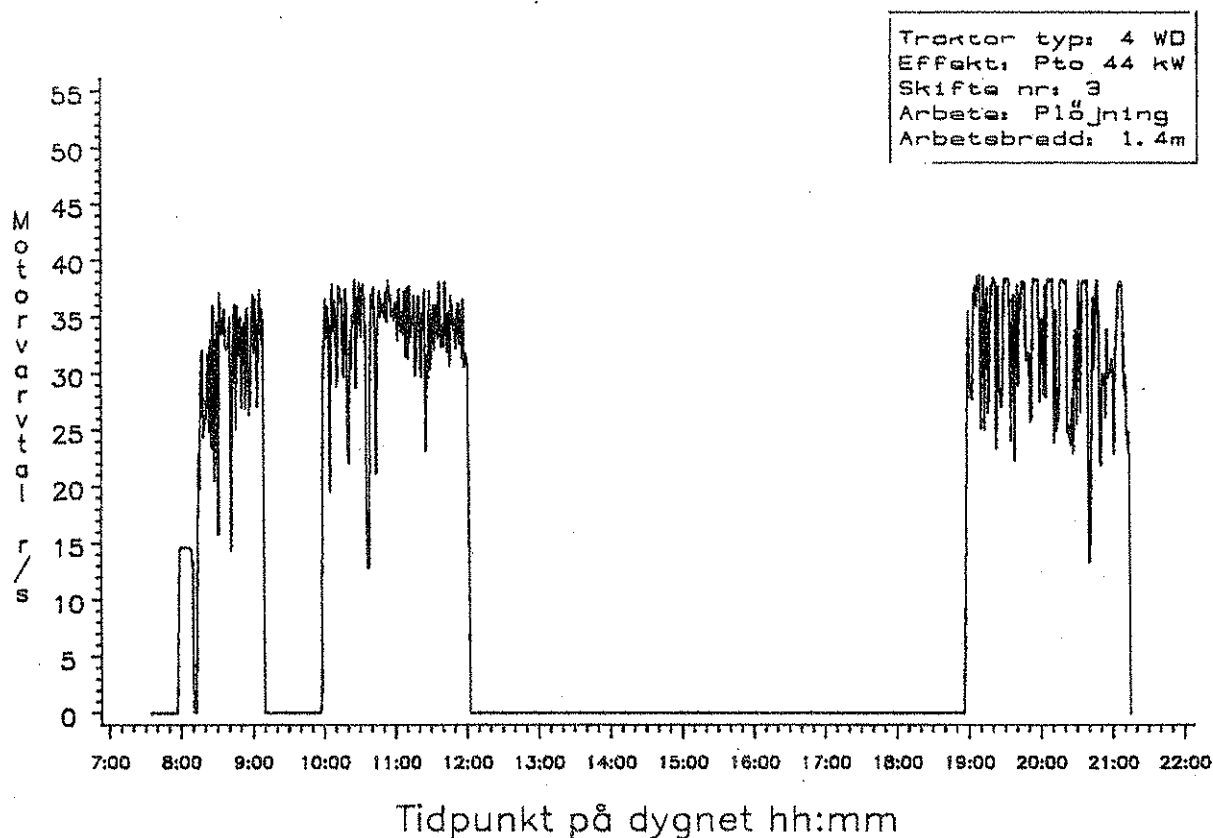
Att tyngdpunkten för slirningen ligger mellan 20 och 35 % är förklarligt med tanke på arbetsbredden på redskapet och traktorns storlek.



Figur A:14 B Frekvensdiagram av slirningen. Här har avläsningarna grupperats i intervall om 5 % (abskissan). Ordinatan redovisar antalet minuter då respektive slirningsvärde hållits. Grundmätningarna är de samma som redovisats i figur A:13 A.

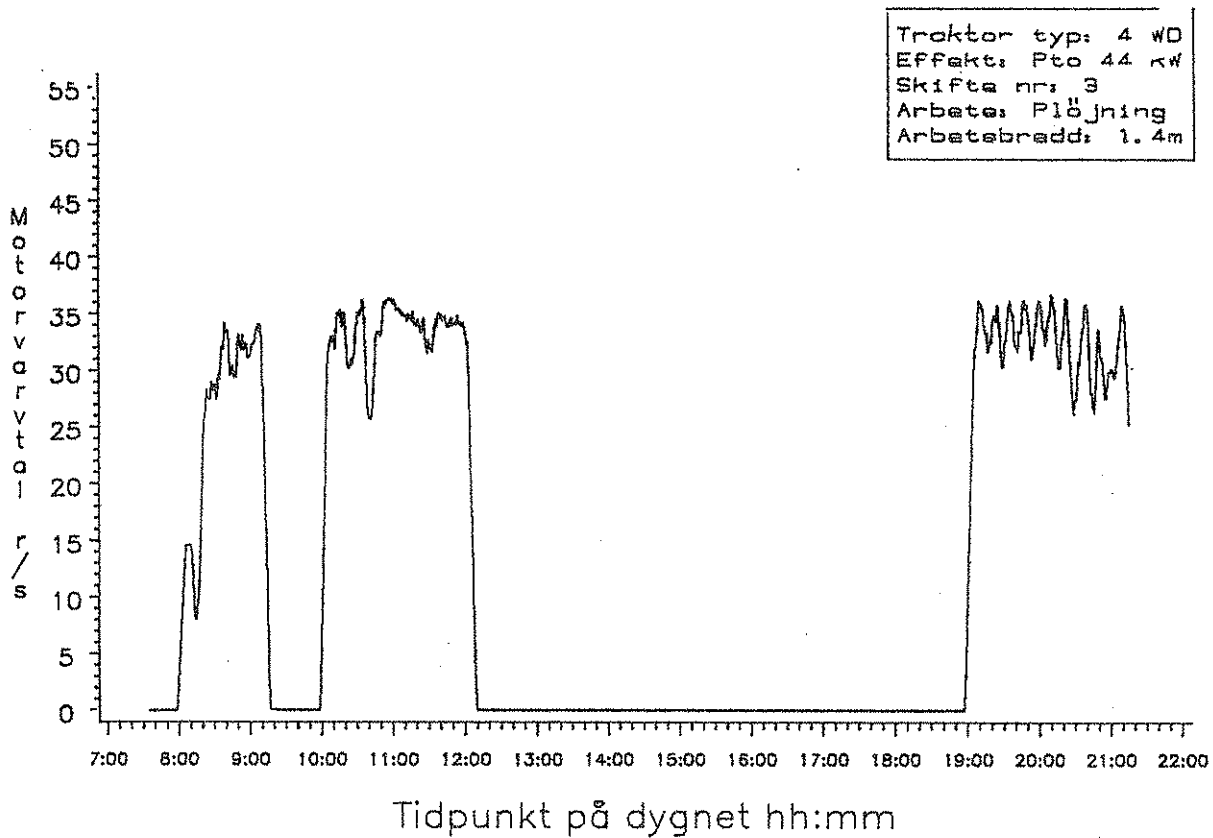
I figurerna A:13 respektive A:14 återges slirningen som skillnaden i % mellan arbetshastigheten mätt via femte hjulet och arbetshastigheten mätt via höger bakhjulsvarv. Observera att det femte hjulet kan vara begränsat i sin rotationsmöjlighet på grund av påbyggnad av jord. Skillnaden i radie mellan det femte hjulet och höger bakhjul är avsevärd (ca 1:2). Negativ slirning kan inträffa vid tex vändningar. Speciellt gäller det senare för traktorer där ett odrivet framhjul används som arbetshastighetsreferens. Notera vidare anmärkningen kring hjulens rotationsradie i fält. Studera även kapitel 6.2.8 figur 6:8 växel användning.

1.2.6 Motorvarvtal [Hz]



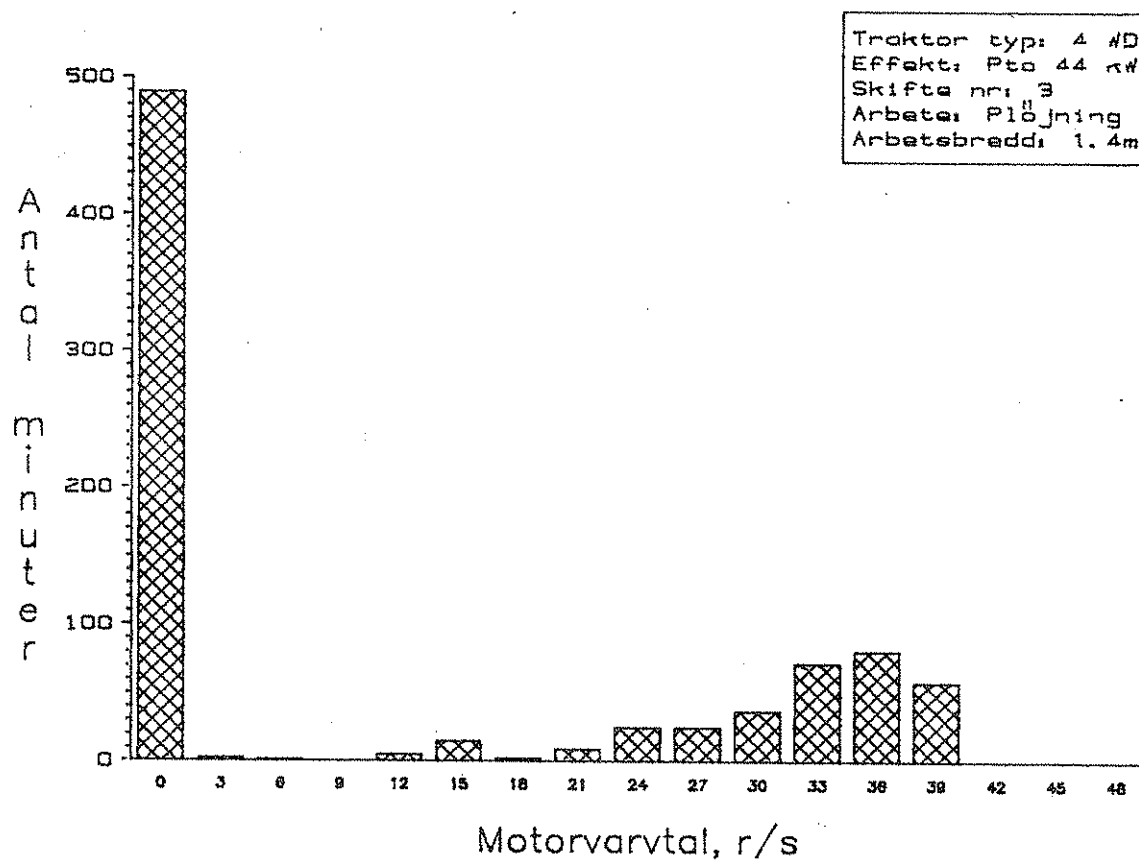
Figur A:15 A Tidsseriediagram över motorvarvtalet mätt av räknare på vevaxeln. (50 Hz = 3000 varv/minut).

En räknare har fått räkna antalet motorvarv under den gångna minuten. Denna uppgift kombinerad med förbrukad bränslemängd kan även den ge en uppfattning om belastningen, jfr resonemang kring reglerstångsuppgifterna vid figur 5:12.



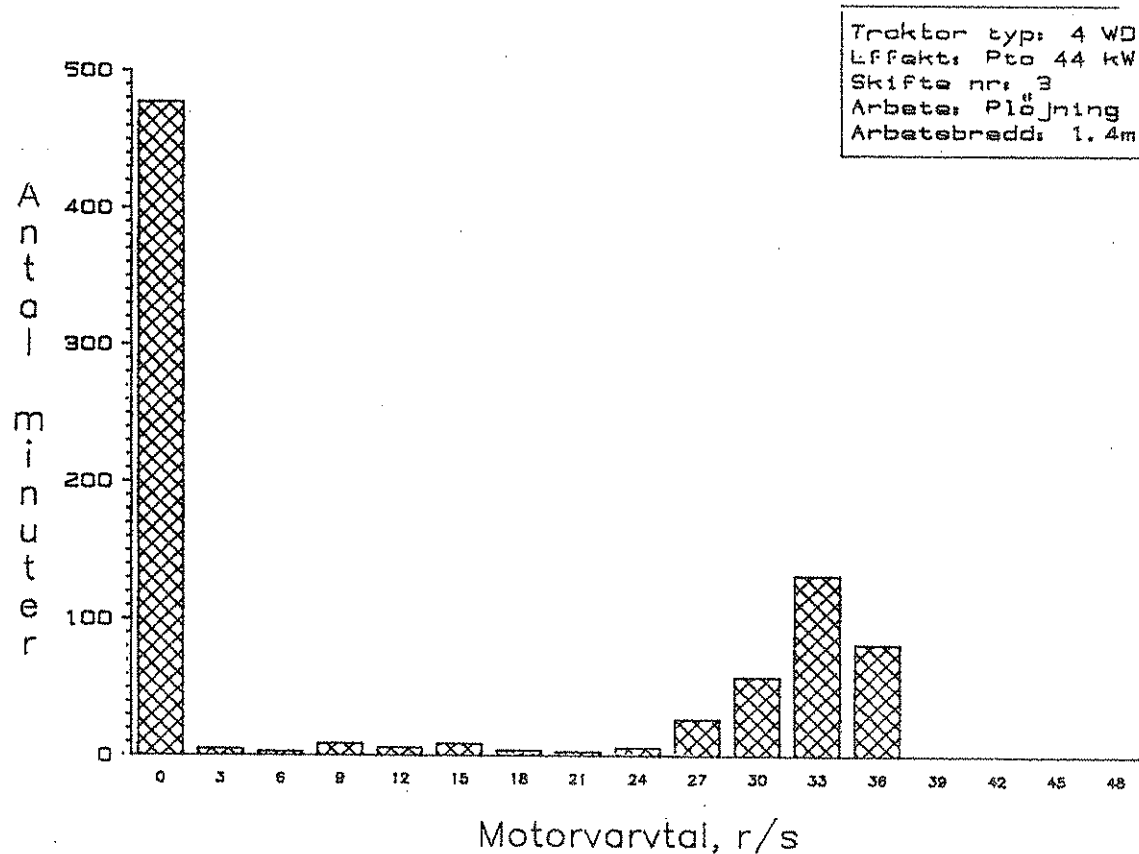
Figur A:15 B Tidsseriediagram över motorvarvtalet mätt av räknare på vevaxeln. En glidande medelvärdesberäkning har utförts. Sju intilliggande värden har beaktats.

Återigen framgår med önskvärd tydlighet att traktorn har varit hårt belastad.



Figur A:16 A Frekvensdiagram över motorvarvtalet mätt av räknare på vevaxeln. Ordinatan anger antal minuter med respektive motorvarvtal. (Klass 36 Hz = 2200 varv/minut)

Mätutrustningen räknar alla motorvarv, avläsning sker en gång per minut.

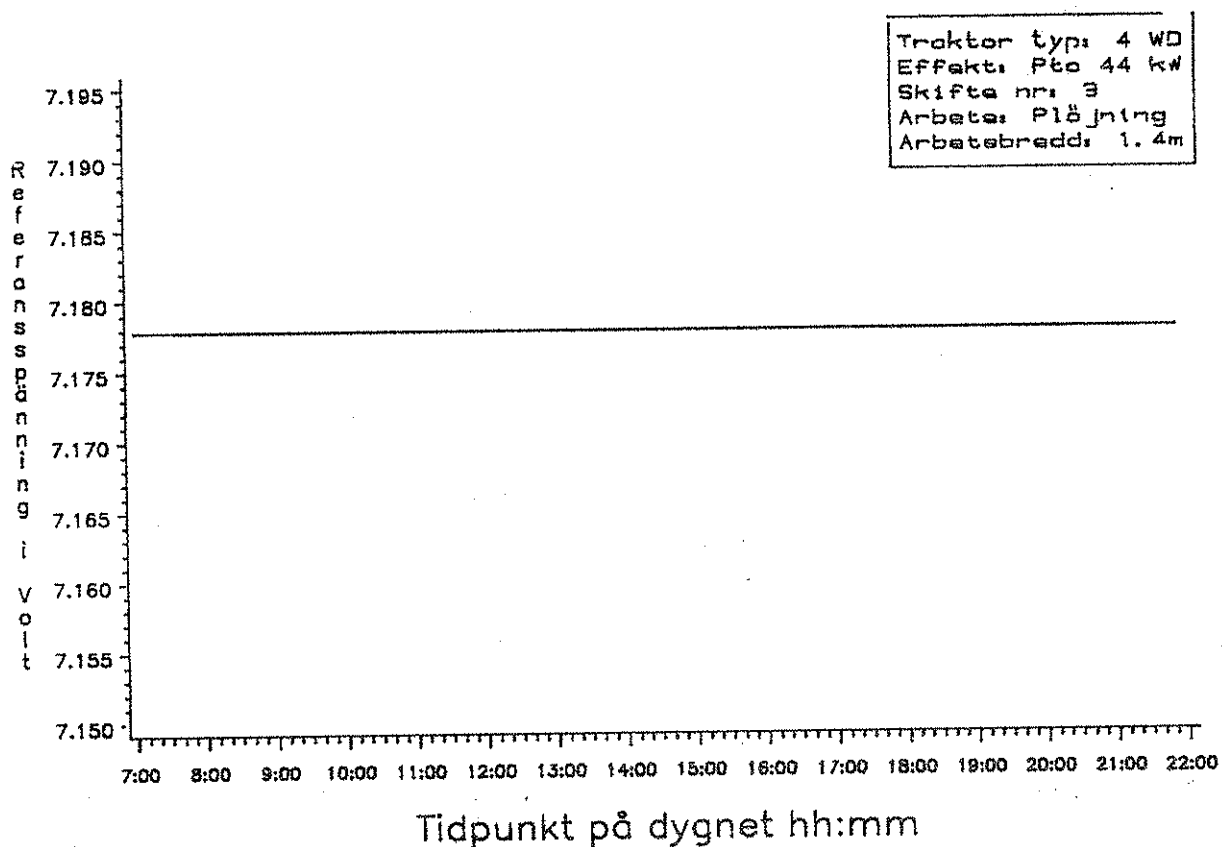


Figur A:16 B Frekvensdiagram över motorvarvtalet mätt av räknare på vevaxeln. Ordinatan anger antal minuter med respektive motorvarvtal. Data är filtrerat genom en sju stegs glidande medelvärdesberäkning.

I figur A:15 respektive A:16 återges motorvarvtalet i form av en tidsserie respektive som frekvensdiagram. Uppgiften om motorvarvtal är intressant då den kombineras med andra uppgifter tex växelläge och bränsleåtgång.

1.2.7 Referensspänning [V]

De av systemet registrerade spänningsvärdena vid temperaturmätningarna kan vara utsatta för drift vad gäller spänningsmatningen. I figur A:17 redovisas jämnheten i spänningsförsörjningen under en mättdag.



Figur A:17

Spänningsförsörjningens utveckling under en mättdag.